

PAULO ROBERTO TARDIO

**O SISTEMA TOYOTA APLICADO À PRODUÇÃO DE MOTORES DE
COMBUSTÃO**

CURITIBA

2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR
INSTITUTO EUVALDO LODI DO PARANA - IEL
CENTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - CEPPAD
TRABALHO FINAL DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
INDUSTRIAL COM ORIENTAÇÃO DO PROF. ACYR SELEME

**O SISTEMA TOYOTA APLICADO À PRODUÇÃO DE MOTORES DE
COMBUSTÃO**

CURITIBA

2004

SUMÁRIO

SUMÁRIO	ii
LISTA DE SIGLAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 A PESQUISA	2
1.2 PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	2
1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	3
2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: A PRODUÇÃO ENXUTA.....	4
2.1 AS ORIGENS DA PRODUÇÃO ENXUTA	5
2.2 DO TAYLORISMO AO NOVO SISTEMA DE PROCESSO.....	9
2.3 A TEORIA DAS RESTRIÇÕES	14
2.4 A COMPANHIA COMO UMA COMUNIDADE	16
2.5 LINHA DE MONTAGEM.....	17
2.6 A FÁBRICA ENXUTA.....	17
2.7 PRODUÇÃO ENXUTA: COMPORTAMENTO PRODUTIVO VOLTADO PARA A COMPETIVIDADE	20
3 OS PILARES DE SUSTENTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: JUST IN TIME E JIDOKA	23
3.1 JUST IN TIME	23
3.2 JIDOKA	25
3.3 KAIZEN	27
4 ALGUMAS DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS PELO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	29
4.1 KANBAN	30
4.2 POKA YOKE	34
4.3 ORGANIZAÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO - 5 S.....	37
4.4 SINALIZAÇÃO: ANDON.....	38
4.5 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA	40
5 ANALISANDO O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NA EMPRESA	43
5.1 A EMPRESA	43
5.2 A DISPOSIÇÃO DAS LINHAS DE PRODUÇÃO	45
5.3 A ESTRUTURA DO SISTEMA TBS	46

6	ALGUMAS DAS FERRAMENTAS SUPORTADAS PELO SISTEMA TBS DA EMPRESA.....	53
6.1	O SISTEMA KANBAN NA EMPRESA.....	53
6.2	DISPOSITIVOS À PROVA DE ERROS: <i>POKA YOKE</i>	60
6.3	A ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NA EMPRESA: 5 S.....	62
6.4	A COMUNICAÇÃO VISUAL NAS LINHAS DE PRODUÇÃO: <i>ANDON</i>	66
6.4.1	SISTEMA <i>ANDON</i> DA LINHA DE MONTAGEM.....	67
6.4.2	SISTEMA <i>ANDON</i> DA LINHA DE USINAGEM.....	69
6.4.3	SISTEMA <i>ANDON</i> DA ÁREA DE LOGÍSTICA.....	70
6.5	O PROCESSO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS NA EMPRESA	71
6.5.1	SISTEMA DE ESTOQUE	72
6.5.2	FLUXO PARA RECEBIMENTO DE FERRAMENTAS DE CORTE NO ESTOQUE.....	73
6.5.3	REQUISIÇÃO DE FERRAMENTAS PARA AS LINHAS DE PRODUÇÃO	74
7	QUESTIONÁRIOS APLICADOS NA EMPRESA	79
7.1	AS PERGUNTAS E AS RESPOSTAS REFERENTES AO QUESTIONÁRIO APLICADO A DIRETORIA	79
7.2	AS PERGUNTAS E AS RESPOSTAS REFERENTES AO QUESTIONÁRIO APLICADO AO DEPARTAMENTO TBS.....	83
8	CONCLUSÕES	88
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
	REFERÊNCIAS CONSULTADAS	93
	ANEXO 1 - MODELO JAPONÊS DE ADMINISTRAÇÃO	94
	ANEXO 2 - A INTELIGÊNCIA DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	110
	ANEXO 3 - DECODIFICANDO O DNA DO SISTEMA TOYOTA.....	124

LISTA DE SIGLAS

5S	- Programa para qualidade organizacional das empresas.
<i>Andon</i>	- Dispositivo sinalizador.
Autonomação	- Controle autônomo de defeitos.
<i>Benchmark</i>	- Pesquisa em comparação as melhores empresas do setor em análise.
<i>Buffers</i>	- Estoques amortecedores.
CNC	- Controle por Comando Numérico.
<i>Follow Up</i>	- Acompanhamento das atividades.
Gargalos	- Limitações do sistema produtivo.
ISO	- <i>International Standardization Organization</i> .
JIT	- <i>Just in Time</i> .
<i>Joint Venture</i>	- União de duas empresas com participação acionária de 50% cada uma.
<i>Kaizen</i>	- Melhoramento contínuo.
<i>Kanban</i>	- Sistema puxado de programação e acompanhamento da produção.
<i>Layout</i>	- Instalações industriais.
<i>Lead time</i>	- Tempo de passagem ou atravessamento.
RMC	- Região Metropolitana de Curitiba.
Mix	- Variedades de produtos.
MP	- Matéria Prima.
PCP	- Planejamento e Controle da Produção.
PDCA	- Planejar, Fazer, Controlar e Agir (etapas da ferramenta gerencial do TQC).
<i>Poka-Yoke</i>	- Dispositivos à prova de falhas.
QT	- Qualidade Total.
<i>Real Time</i>	- No momento, na hora.

<i>Setup</i>	- Troca de ferramentas ou preparação.
<i>Software</i>	- Programa computacional.
Supermercados-	Estoques focalizados de <i>Kanbans</i> .
<i>Takt time</i>	- Tempo uniforme de produção em toda a linha.
TPM	- Manutenção produtiva total.
TPS	- <i>Toyota Production System</i> (Sistema Toyota de Produção).
TRF	- Troca Rápida de Ferramentas.
TQC	- <i>Total Quality Control</i> (Controle da Qualidade Total).
<i>Workshops</i>	- Treinamentos.

LISTA DE FIGURAS

1 - DINÂMICA DOS PRÍNCÍPIOS DE EMPURRAR E PUXAR A PRODUÇÃO.....	31
2 - KANBAN DE PRODUÇÃO	32
3 - KANBAN DE TRANSPORTE.....	32
4 - DISPOSITIVO QUE PÁRA OS DEFEITOS (<i>POKA YOKE</i>).....	35
5 - PAINEL DO <i>ANDON</i> DA FÁBRICA DA TOYOTA	40
6 - VISTA GERAL DA EMPRESA.....	43
7 - TEMPO DE ENTREGA DO PRODUTO FINAL.....	44
8 - DISPOSIÇÃO DAS LINHAS DE PRODUÇÃO NA EMPRESA.....	46
9 - ESTRUTURA BÁSICA DO TBS	47
10 - INSTRUÇÕES PADRONIZADAS DE TRABALHO	47
11 - FORMULÁRIO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (SP).....	48
12 - FORMULÁRIO DA REUNIÃO DE " <i>TOP 5</i> "	50
13 - QUADRO DE REUNIÃO PARA INICIO E FINAL DO TURNO DE PRODUÇÃO	51
14 - CONTROLE DE ESTOQUE DE SEGURANÇA NO FINAL DA LINHA DE PRODUÇÃO.....	52
15 - ALIMENTAÇÃO DE MATERIAL BRUTO NAS ENTRADAS DAS LINHAS DE USINAGEM	54
16 - QUADRO DE PEDIDO DE CAMINHÃO PARA ALIMENTAÇÃO DAS LINHAS DE USINAGEM, NA ÁREA DE LOGÍSTICA	55
17 - SISTEMA DE KANBAN - INTERNO	56
18 - PEDESTAL DO CARTÃO KANBAN PARA O REBOCADOR	56
19 - CARRINHO TIPO " <i>LOCOMOTIVA</i> " CONDUZIDA PELO REBOCADOR.....	57
20 - MATERIAL EM ESTOQUE, TIPO " <i>SUPERMERCADO</i> "	57
21 - MATERIAL PARA A LINHA DE MONTAGEM EM SISTEMA DE KANBAN	57
22 - SISTEMA DE KANBAN - EXTERNO	58
23 - QUADRO DE KANBAN EXTERNO DA TRANSPORTADORA.....	58
24 - RETIRADA DE MATERIAL DO ESTOQUE PELO REBOCADOR	59
25 - <i>POKA YOKE</i> ENTRE BLOCO E CABEÇOTE.....	60
26 - <i>POKA YOKE</i> NA LINHA DE MONTAGEM.....	61
27 - <i>POKA YOKE</i> NA LINHA DE USINAGEM.....	61
28 - <i>POKA YOKE</i> INTERNO DE CONTROLE DOS FUROS DO VIRABREQUIM	62
29 - PADRONIZAÇÃO COM CÓDIGO DE CORES NAS LIXEIRAS	62
30 - QUADRO DE SUBSTITUIÇÃO DE DISPOSITIVO	63
31 - QUADRO DE SUBSTITUIÇÃO DE PARAFUSADEIRAS.....	64
32 - QUADRO DE MANUTENÇÃO - 5S	65
33 - OPERAÇÃO POR ÁREA CENTRAL (<i>ANDON</i>)	66

34 - SISTEMA ANDON DA LINHA DE MONTAGEM.....	67
35 - OPERADOR SINALIZANDO PROBLEMA NA LINHA DE PRODUÇÃO	67
36 - INDICAÇÕES ESPECIAIS DO ANDON DA LINHA DE MONTAGEM.....	69
37 - SISTEMA DE ANDON DA LINHA DE USINAGEM	69
38 - SISTEMA DE ANDON NA ÁREA DE LOGÍSTICA.....	71
39 - EXEMPLO DE ALOJAMENTO PARA FERRAMENTAS DE CORTE.....	72
40 - DISTINÇÃO ENTRE OPERAÇÕES DISTINTAS NO ALOJAMENTO DE FERRAMENTAS DE CORTE SIMILARES	73
41 - CONJUNTO DE FERRAMENTAS DE CORTE DE UMA MESMA OPERAÇÃO DE USINAGEM: FERRAMENTA NA PRATELEIRA - VERDE, DISPONÍVEL PARA USO E VERMELHO, ALOCADA PARA TROCA.....	74
42 - FLUXO DA FERRAMENTA DE CORTE BASEADO NO TPS.....	75
43 - FERRAMENTAS AGUARDANDO TRANSLADO PARA ÁREA DE TROCA	76
44 - FERRAMENTAS AGUARDANDO SEREM AJUSTADAS NO LADO VERMELHO E FERRAMENTAS AJUSTADAS NO LADO VERDE.....	77
45 - FLUXO DE FERRAMENTAS DE CORTE EM SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	77
46 - ESTOQUE INTERMEDIÁRIO NAS LINHAS DE PRODUÇÃO.....	90

LISTA DE TABELAS

1 - DIFERENÇAS ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DO TAYLORISMO E A 3ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	14
---	----

1 INTRODUÇÃO

A era das constantes mudanças nas organizações, nas estratégias e na capacidade de se adequar às necessidades de mercado está em pleno vigor, provocando a busca pela excelência de qualidade e pela eliminação das perdas, através de sistemas de produção que traduzem o êxito da conquista de novos mercados. Esta monografia propõe a abordagem de algumas ferramentas relacionadas ao Sistema Toyota de Produção, mais especificamente a utilização e aplicação destas ferramentas no cotidiano de uma empresa de produção de motores a combustão.

O Sistema Toyota de Produção tem por principal objetivo aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa das perdas. Este conceito e o igualmente importante respeito para com a humanidade, que tem sido passado desde o venerável Toyoda Sakichi (1867-1930), fundador da empresa e mestre de invenções, para seu filho Toyoda Kiichiro (1894-1952), primeiro presidente da Toyota e pai do carro de passageiros japonês, são os fundamentos do Sistema Toyota de Produção.

A empresa a ser pesquisada fabrica motores em Campo Largo, na região metropolitana de Curitiba (RMC), foi inaugurada em 1999 e em apenas três anos de atividade já é referência em vários indicadores de duas corporações globalizadas, a DaimlerChrysler e a BMW.

O Sistema de Toyota de Produção recebeu pequenas adaptações chamado internamente como TBS, onde foi montado sob medida, para aplicar os conceitos da “manufatura enxuta”.

Houve a necessidade da BMW e da DaimlerChrysler de produzir motores de baixa cilindrada (1.6 litro), pequenas para os padrões americanos. Nenhuma das duas corporações produzia esse tipo de motor e a demanda de cada uma, isoladamente, não justificava construir uma fábrica. Então fizeram uma *joint venture* e escolheram o Sistema de Toyota de Produção para a esta nova fábrica. A surpresa

foi a eficiência da implementação desse modelo, aplicado por montadoras em todo o mundo, mas nem sempre com sucesso.

A fábrica de Campo Largo emprega em torno de 450 pessoas e no ano de 2002 faturou US\$ 210 milhões.

1.1 A PESQUISA

A pesquisa identifica o estágio atual de implementação de algumas ferramentas do Sistema Toyota de Produção tais como: o Sistema Kanban, os dispositivos à prova de erros (*Poka Yoke*), a organização do trabalho (5S), a comunicação visual (*Andon*) e a troca rápida de ferramenta (TRF), nas linhas de produção, além de analisar a estrutura básica do sistema produtivo adotado pela empresa, em concordância com os conceitos do Sistema Toyota de Produção. Esta monografia também visa descrever na concepção da diretoria comercial e operacional (técnica) a sua visão de mercado interno e externo na qual ela está inserida, através de um questionário. Além disso, esta monografia verifica como se promove à continuidade deste sistema de produção adotado por ela no curto e longo prazo, através de entrevista com o próprio de departamento interno, que gerencia a aplicação deste sistema a toda empresa em estudo.

1.2 PROBLEMA

Qual é o estágio atual de implementação do Sistema Toyota de Produção na produção de motores de combustão e a visão de mercado da empresa?

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

- a) **Geral:** Identificar o atual estágio de implementação do Sistema Toyota de Produção na produção de motores de combustão e a visão de mercado da empresa.

b) Específicos:

1. Identificar o atual estágio de implementação de algumas ferramentas do Sistema Toyota de Produção tais como:
 - O Sistema Kanban;
 - A organização do trabalho (5 S);
 - Dispositivos à prova de erros (*Poka Yoke*);
 - Sistema de sinalização (*Andon*);
 - Troca Rápida de Ferramenta (TRF).
2. Analisar a estrutura do sistema produtivo adotado pela empresa em comparação com os conceitos do Sistema de Toyota de Produção;
3. Descrever a visão da diretoria com relação ao mercado interno e externo da empresa;
4. Verificar como se promove a continuidade da proposta do Sistema Toyota de Produção no curto e longo prazo na empresa.

1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Empresa privada do setor automobilística, fabricante de motores a combustão, situada na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), sendo baseada a pesquisa em dados primários e secundários:

- a) Dados primários: observação direta; observação participante, entrevistas não estruturadas e semi-estruturadas com os envolvidos nos processos;
- b) Dados secundários: foram obtidos dos documentos internos da empresa e dos relatórios internos de implantação do modelo analisado. Os dados foram utilizados para a descrição e avaliação predominantemente qualitativa do modelo de gestão adotado pela empresa.

2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: A PRODUÇÃO ENXUTA

A melhor maneira de descrever a produção enxuta é contrastá-la com seus predecessores: produção artesanal e produção em massa. Produção artesanal usa trabalhadores altamente qualificados e simples porém flexíveis ferramentas para fazer exatamente o que o consumidor deseja, um item de cada vez. O resultado é que o consumidor tem exatamente o que ele queria mas com um custo provavelmente alto. A produção em massa usa vários profissionais de habilidades bastante específicas para desenhar produtos que são construídos por profissionais pouco ou não qualificados operando máquinas caras e capazes de realizar um só tipo de tarefa. As máquinas produzem produtos padronizados em um volume muito alto. Devido ao alto custo que uma parada do processo pode causar, o produtor em massa usa muitas reservas - fornecedores, trabalhadores e espaço extras - para assegurar produção contínua, o que gera perda (*muda*, em japonês). Além disso, devido ao alto custo para se mudar para um novo produto, o produtor em massa continua com um *design* padrão em produção por tanto tempo quanto possível. O resultado é que o consumidor tem menores custos, mas com uma menor variedade, e os trabalhadores tentem a achar sua parte do trabalho repetitiva e "chata".

A produção enxuta, ao contrário, usa times de trabalhadores com várias habilidades em todos os níveis de organização, e usa máquinas altamente flexíveis e cada vez mais automatizadas para produzir largos volumes de produtos em enorme variedade. O termo "enxuto" vem de usar metade do esforço humano em uma fábrica, metade do espaço de produção, metade do investimento em ferramentas, e metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto em metade do tempo!

A diferença mais notável, contudo, entre a produção em massa e a enxuta é que os produtores em massa tem um objetivo a ser alcançado - "bom o suficiente". Fazer melhor custaria muito ou excederia as capacidades inerentes ao ser humano. O produtor enxuto, por outro lado, define seus objetivos na perfeição, produzindo

sempre maiores benefícios. A produção enxuta também empurra a responsabilidade para cada trabalhador.

A produção enxuta induz cada indivíduo a aprender um vasto número de habilidades profissionais e aplicar essa criatividade no time. Isso contrasta com as tradicionais idéias de seguir uma carreira, onde um indivíduo desenvolve maiores níveis de conhecimento técnico e proficiência em uma área cada vez mais especializada. O paradoxo é: quanto melhor você é dentro do time, menos você sabe sobre um tema específico.

2.1 AS ORIGENS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Henry Ford criou o Modelo T em 1908 - seu vigésimo *design* em um período de cinco anos. Ele tinha, no modelo T, finalmente encontrado dois objetivos: um carro que era desenhado para produção em escala industrial e que era *user-friendly* (literalmente "amigo do usuário" - quase qualquer pessoa podia dirigir e consertar o carro sem um *chauffeur* ou mecânico).

A chave para a produção em massa não era a linha de montagem em movimento constante, como a maioria das pessoas acredita, mas sim a completa e consistente intercambiabilidade entre as peças e a simplicidade de encaixá-las, através da padronização de medidas.

Na produção artesanal, cada pedaço era criado por um artesão individual, a maioria dos quais era contratado independentemente de uma organização de manufatura. Cada artesão usava seu próprio sistema de medidas ao fazer sua peça. Uma vez que as peças eram criadas, a primeira e a segunda partes eram colocadas juntas, com enchimentos e ajustes feitos até que elas encaixassem perfeitamente. Então a terceira peça era colocada e ajustada de acordo, e assim por diante, até que todo o carro estivesse montado. O maior problema era que cada peça era feita usando uma medida diferente, e então esquentada para aumentar a dureza, o que usualmente arqueava o metal, e a peça tinha que ser refeita para adquirir sua forma

original. O resultado final era usualmente uma mera aproximação das dimensões originais.

Para alcançar a intercambiabilidade, Ford insistiu que o mesmo sistema de medidas fosse usado para cada peça por todo o processo. Ford também se beneficiou do recente desenvolvimento dos metais pré-endurecidos. Colocados juntos intercambiabilidade, simplicidade, e facilidade de colocar as peças juntas, Ford estava pronto para eliminar os ajustadores habilidosos que sempre formaram a maior parte da força de trabalho das montadoras. Essa já foi a primeira vantagem na competição com outras empresas.

Em 1913, Ford introduziu a primeira linha de montagem móvel (rolante) na fábrica *Highland Park*, em *Detroit*. Em vez de usar trabalhadores individuais que criavam um automóvel completo antes de começarem outro, ele concebeu o trabalhador permanecendo em um ponto, e o produto, componentes e ferramentas viriam de encontro ao trabalhador. Isso criou o conceito do uso do trabalhador sem habilidade, que não mais precisava entender o processo produtivo completo, mas apenas precisava ser capaz de apertar duas porcas em dois parafusos, ou colocar um roda em cada carro que viesse, repetindo a tarefa durante todo o dia. Ele havia não apenas criado as peças intercambiáveis, mas também os trabalhadores intercambiáveis.

Por volta de 1915, Ford finalmente integrou o processo para incluir a verticalização de fornecedores. Ao invés de comprar seus chassis e motores dos irmãos *Dodge* como ele fazia, e uma gama de outros produtos de outras firmas, ele trouxe todas essas funções para dentro da fábrica. A decisão foi feita porque Ford havia aperfeiçoado o sistema de produção em massa antes de seus fornecedores e pôde atingir substanciais reduções de preços fazendo tudo sozinho. Ele também não acreditava em ninguém além dele mesmo. Além disso, precisava de peças com tolerâncias próximas e escalas de entrega que ninguém poderia imaginar antes. Então ele decidiu substituir o mecanismo do mercado com a "*visible hand*" (mão visível, ações à mostra) de coordenação organizacional.

No começo dos anos 20, a General Motors (GM) também produzia automóveis através da produção em massa. Infelizmente, seu fundador, William Durant, era um clássico construtor de impérios; ele não tinha idéia de como administrar nada depois que comprava. Ele foi tirado do comando em 1920 e trocado por Alfred Sloan. Para administrar as 5 maiores companhias da GM, Sloan desenvolveu o princípio de administrar baseado em resultados.

Sloan e outros executivos seniores inspecionaram cada um dos centros de lucro da companhia avaliando: vendas detalhadas, divisão de mercado, estoques, e relatórios de lucros e prejuízos. Sloan achava desnecessário para os executivos entender os detalhes de operar cada divisão. Os números mostrariam a performance; se a performance estava ruim, era hora de mudar o gerente geral, se estava boa, o gerente geral era um candidato à promoção ao nível vice-presidencial.

Sloan usou as mesmas teorias de gerenciamento descentralizadas por toda a companhia; interna e internacionalmente. Ele essencialmente desenvolveu a última parte da divisão de trabalho que Ford começou. Ford desenvolveu o especialista em retrabalho e o inspetor geral da linha de montagem, para administrar os erros dos trabalhadores, e os engenheiros para desenvolver os produtos e processos. Sloan adicionou o gerente financeiro e especialista em marketing para controlar o resto da estrutura da empresa. Esse era o complemento de todo o sistema de produção em massa. Enquanto o sistema em massa era aperfeiçoado nos EUA, também começava a florescer na Europa Ocidental. No fim dos anos 50, *Volkswagen* (alemã, VW), *Renault* (francesa) e *Fiat* (italiana) estavam produzindo em escala comparável a *Detroit*. Um grande número de produtores artesanal europeu também havia feito a transição para a produção em massa.

Nos anos 70, os europeus estavam se especializando em carros muito diferentes dos americanos. Eles ofereciam carros compactos, econômicos, como o VW Sedan (nosso conhecido Fusca), e carros esportivos, gostosos de dirigir, como o inglês MG. Eles também estavam desenvolvendo novas tecnologias, como tração dianteira (ideal para carros pequenos), freios a disco, injeção eletrônica, monobloco

no lugar de chassi, câmbio de 5 marchas (ideal para economia) e motores com ótima relação peso/potência.

Infelizmente, seu sistema de produção não era nada mais que cópia do sistema de *Detroit*, porém com menos eficiência e acurácia.

Na primavera de 50, um jovem engenheiro japonês, Eiji Toyoda, saiu para uma visita de 3 meses à fábrica *Rouge* (Ford convidou muitos engenheiros de todo mundo para visitar sua fábrica; ele não mantinha segredos sobre a produção em massa). A fábrica *Rouge* era a maior e mais complexa da Ford, se não de todo mundo. Depois de muito estudo, Eiji voltou ao Japão e com a ajuda de seu gênio da produção, Taiichi Ohno, concluíram facilmente que a produção em massa nunca funcionaria no Japão. Desse começo experimental estava nascendo o que a Toyota veio a chamar de *Toyota Production System* (Sistema de Produção Toyota), e finalmente "produção enxuta".

A Toyota encontrou muitos problemas no Japão. Seu mercado interno era pequeno e demandava uma grande variedade de veículos: carros de luxo para autoridades, carros pequenos para as cidades lotadas e os altos custos da energia, pequenos e grandes caminhões para agricultores e indústria. A força de trabalho interna japonesa não desejava ser tratada como um custo variável ou como peças intercambiáveis. O Japão também não tinha a vantagem de trabalhadores "hóspedes" (imigrantes temporários que aceitavam condições de trabalho péssimas em troca de um salário razoável, como acontecia no ocidente). O primeiro processo que Ohno melhorou foi a de estamparia de chapas de metal. Até agora, a prática padrão era de estampar um milhão ou mais de uma dada parte em um ano.

Infelizmente, toda a produção da Toyota era de poucos milhares de carros por ano e a Toyota, na crise do pós-guerra, não tinha capital para financiar a compra de dezenas de prensas, que eram necessárias no sistema em massa. Ohno concluiu que em vez de dedicar toda uma série de prensas para uma parte específica e estampar essas partes por meses ou anos sem mudar os moldes, ele desenvolveria técnicas simples de mudança de molde, e mudaria moldes freqüentemente (a cada

duas ou três horas, versus dois ou três meses) usando carrinhos para tirar e colocar os moldes. Dessa maneira, ele precisaria apenas de umas poucas prensas. Incrivelmente, ele descobriu que o preço de produção de um número menor de peças era menor, pois não havia gastos com estoque.

Ele não apenas economizava o preço do custo do estoque, como também fazia com que os erros fossem mais facilmente descobertos. Também teve a idéia de usar os trabalhadores da linha fazerem a troca de moldes, em lugar dos especialistas que faziam essa tarefa no ocidente, enquanto os trabalhadores ficavam ociosos.

2.2 DO TAYLORISMO AO NOVO SISTEMA DE PROCESSO

Segundo Shingo (1996), o mecanismo da produção deve ser definido como sendo uma intersecção de dois eixos de análise. Os processos no eixo Y, representando o fluxo de matérias-primas até o produto acabado e as operações no eixo X, representando o fluxo dos trabalhadores nas tarefas executadas. Este conceito muda o paradigma taylorista de que o processo é um somatório de operações e que ambos estão sob o mesmo eixo de análise. Assim, a melhoria do processo não passa pela melhoria das operações como preconizava Taylor, dividindo cada processo em pequenas operações. A melhoria passa principalmente pela melhoria dos processos, ou seja, do fluxo das matérias-primas e serviços associados. Isto muda o foco das organizações. Ao invés do foco no trabalhador e como melhor controlá-lo, passa-se a concentrar os esforços no processo.

Em conjunto com este conceito de Shingo (1996), Ohno (1997) desenvolveu dentro da *Toyota Motor Company* uma nova filosofia de produção, a qual foi batizada de Sistema Toyota de Produção. Este sistema se baseia em dois pilares básicos: o *Just-in-time* e a automação. O *Just-in-time* é a busca de atendimento das necessidades dos clientes na quantidade, qualidade e no prazo com o mínimo possível de estoque de produto acabado e processo. Já a

automação é a automação dentro dos limites da inteligência e toque humano, ou seja, automatizar apenas o que é necessário. Com o Sistema Toyota de Produção, há uma mudança da unidade de produção. No paradigma taylorista, a unidade era um homem e uma máquina, inclusive os seus princípios eram implementados de forma individual. Enquanto no modelo japonês, a unidade de produção passa a ser um conjunto de operadores para um conjunto de máquinas e com a possibilidade de participação maior do trabalhador nas melhorias do processo. Em ambos os modelos, o reconhecimento do conhecimento tácito dos trabalhadores é um fator destacado. No entanto, com Taylor, o objetivo era da captura deste conhecimento do trabalhador e transferência do mesmo para a direção da empresa. A palavra-chave é o controle através do conhecimento como explicitado no primeiro e quarto princípios da administração científica. Por outro lado, no Sistema Toyota de Produção, o conhecimento do trabalhador é capturado, mas o objetivo é do compartilhamento entre as células de trabalho. A palavra-chave é a melhoria contínua através do compartilhamento do conhecimento.

Assim sendo, da crise do paradigma taylorista surge um novo paradigma da gestão da produção: o Sistema Toyota de Produção. Esta mudança, embora anterior, só começa a ser percebida mundialmente pelo avanço japonês durante a década de 70. A gênese do Sistema Toyota de Produção é a crise do pós-guerra no Japão e, novamente, observa-se o nascimento de um novo paradigma a partir de uma crise. O povo japonês para reerguer o país necessitava, além de um sentimento nacionalista muito forte, de novas formas de solução para os quebra-cabeças vigentes. Assim, o Sistema Toyota de Produção traz esta nova solução e ainda abarca este sentimento de nacionalidade. Um dos pilares do sistema adotado é a eliminação das perdas e a situação precária da época não permitiria o luxo de haver perdas. Esta é uma prova da adaptação do sistema a conjuntura do ambiente e da aplicação da teoria contingencial. A Teoria institucional pode ser observada quando o sistema japonês de produção é disseminado pelo mundo. No entanto, nessa busca do elo perdido pelos outros países, esqueceram que o sistema era fruto de uma

cultura e características próprias. Por isso, havia um descrédito no princípio da funcionalidade, da aplicabilidade e do sucesso deste novo sistema em outros locais. Entretanto, este obstáculo foi superado e os conceitos foram amplamente disseminados, mas nem sempre compreendidos totalmente.

O Japão tem uma área igual a 4,5% do Brasil, 80% montanhosa e pobre. Atrasou-se na industrialização. E vem de perder a guerra, que lhe custou 1,2 milhões de vidas, o parque industrial e cinco anos de ocupação pelos ianques do general MacArthur.

A história tem suas ironias. Apesar desses pontos fracos, e até graças a eles, é no Japão que nasce um novo paradigma. A indústria foi arrasada? Pode se reestruturar. O mercado é pequeno? A produção será flexível, muitos modelos em pequeno número. Os japoneses são pobres? Cortem-se os custos. A concorrência dos EUA sufoca? Mobilizem o Estado e patriotismo do povo. Assim a montadora Toyota, entre 1950 e 1970, desenvolve, adapta e modifica o fordismo até criar um novo sistema, o toyotismo.

A 3ª Revolução Industrial também tem sua base tecnológica própria. É comum ouvirmos que o principal na reestruturação industrial não é a tecnologia, são as novas formas de gestão do trabalho. Isto é apenas parcialmente verdadeiro. A parte verdadeira é que o papel das novas máquinas CNC e dos robôs é relativo. A idéia do robô como símbolo da 3ª Revolução Industrial é uma fantasia. Mas existe uma alavanca tecnológica absolutamente indispensável à modernização em curso: o computador. No fundo o computador é uma nova linguagem. O homem aprendeu a falar lá uns 2 milhões de anos, em algum lugar da África; a escrever há 6.000 anos, onde hoje fica o Iraque; e a imprimir há 443 anos, na Alemanha. A informática é a quarta linguagem, uma forma nova de comunicar e armazenar o pensamento humano. E mais: através de impulsos elétricos, o computador permite também conversar com as máquinas. Aí reside a base de toda a automação contemporânea.

No Sistema Toyota a produção é flexível fabricam-se muitos modelos, em pequena quantidade. A demanda puxa a oferta. Como num supermercado, os

artigos são repostos nas prateleiras à medida que são vendidos. Quando alguém compra um carro, a montadora produz outro igual. As indústrias de autopeças, por suas vez, repõem os componentes. Dentro da fábrica, idem: o setor subsequente "encomenda" o que necessita ao precedente. Para isso, as máquinas também têm de ser flexíveis.

Não há perda. Só a produção acrescenta valor ao produto. Transporte, estocagem e controle de qualidade são reduzidos ao mínimo. Pelo sistema *just in time*, as fornecedoras descarregam as encomendas num fluxo contínuo. Hoje a Toyota trabalha com estoques de apenas duas horas. Para coordenar tudo, o *kanban* volta ao setor que a produziu: é a dica para fabricar uma peça igual.

O trabalho é polivalente. Desde 1955 um trabalhador da Toyota opera em média cinco máquinas. Mais tarde, formam-se equipes de oito que operam uma "ilha" de máquinas e ainda controlam a qualidade, fazem serviços simples de manutenção, limpam o maquinário. A "porosidade" cai a quase zero. É o trabalho "*by stress*" (sob tensão). Resultado: já houve no Japão mais do que 1.500 casos de *karoshi* (de *karo*, trabalho estafante, e *shi*, morte), a morte súbita por estafa.

A terceirização vira norma. Em vez da verticalização, subcontratam-se se empresas - as "terceiras". Cada empresa se "focaliza" numa especialidade. A Toyota só produz 25% das peças de seus carros e controla tudo via participação acionária, créditos, fornecimento de tecnologia. A terceirização melhora a escala de produção, alivia crises e reduz custos. Mas os salários são de 30% a 50% dos da Toyota.

Um exame comparado das três Revoluções Industriais mostra várias semelhanças entre elas. Todas nascem do casamento entre um novo "*hardware*" (a base tecnológica) um novo "*software*" (organização) do trabalho. Parte de um "país sede". Elevam bruscamente a produtividade. Mas há diferenças. A 3ª Revolução Industrial, ao inverso das outras, não leva a uma fase de expansão da produção, dos investimentos, do consumo e do emprego. Ao contrário, seu início coincide com a recessão mundial de 1974 e até hoje, não houve recuperação. Os investimentos também declinam em todos os Setes Grandes. A General Motors, por exemplo, em

1979, lança um megaplano de investimentos de 40 bilhões de dólares que em 1986 se reduz a 3,5 bilhões. A Volkswagen anuncia que aplicará 6 bilhões de dólares por ano entre 1991 e 1996, mas em 1993 fica nos 3,6 bilhões.

O avanço japonês exacerba a concorrência e reclama investimentos bilionários dos EUA e da Europa. Mas, contraditoriamente os investimentos são de tal porte e implicam tantos riscos que são travados por seu próprio tamanho. Todos perseguem a toque de caixa o paradigma toyotista, mas ficam no vermelho. A GM teve em 1991 um prejuízo recorde de 4,5 bilhões de dólares. E a indústria automobilística mundial ainda tem capacidade excedente para 8,4 milhões de veículos por ano! Assim não é de se admirar a tendência protecionista dos EUA e da Europa.

E aí entramos numa segunda diferença desta reestruturação. Nas outras vezes, o país era nitidamente o mais rico e o mais forte. Nesta, o Japão tem 60% do PNB norte-americano e é nanico em força militar e política. EUA e Europa concorrem encarnicidamente com ele. As três Revoluções industriais apressaram a internacionalização da economia. Mas como são três metrópoles no páreo, a globalização segue a lógica dos blocos.

Após a crise, o período das décadas de 70 a 90 é um período de reestruturação das economias avançadas. Este processo é liderado pelo Japão que já havia desenvolvido as ferramentas necessárias para enfrentar esta crise muitos anos atrás (Anexo 1 – Modelo Japonês de Administração – o artigo nos apresenta maiores detalhes da evolução do seu sistema administrativo, baseado fortemente na filosofia das ferramentas de qualidade). Este processo de reestruturação é chamado da terceira revolução industrial e na Tabela 1 encontram-se as principais diferenças entre este período e o do taylorismo.

TABELA 1: DIFERENÇAS ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DO TAYLORISMO E A DA 3ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL		
Princípios Gerenciais	Taylorismo	3ª Revolução Industrial
Relação capital-trabalho	Conflito. Divisão entre direção e operação. Relação hierarquizada e centralizada.	Cooperação. Integração direção e operação. Relação horizontal e descentralizada.
Organização do processo de trabalho	O conhecimento tácito do trabalhador é transferido para o gerente.	O conhecimento tácito do trabalhador é valorizado e compartilhado.
Gestão do fluxo de materiais e informações	A unidade de trabalho é um local/tarefa. O trabalhador não participa das decisões e é considerado mão-de-obra. A produção é empurrada, ou seja, a produção vem antes da venda.	As unidades de trabalho são compartilhadas pelas equipes O trabalhador participa das decisões e é considerado cabeça-de-obra A produção é puxada, ou seja, a venda vem antes da produção.
Relações interempresariais	Verticalização das empresas.	Terceirização das empresas. Concentração no foco de atuação.

2.3 A TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Neste período surge também a Teoria das Restrições (TOC) preconizada pelo físico israelense Eliyahu Goldratt (1986), a qual incorpora um conceito sistêmico nas organizações. Este conceito da empresa em uma visão sistêmica aparece primeiramente com Bertalanffy (1977) que conceituou a organização como um sistema de variáveis mutuamente dependentes e que deveria ser estudada como um sistema. Desta forma, as operações e os processos passam a fazer parte de uma teia de inter-relações interdependentes. Para o conceito taylorista, estas relações não existiam e cada atividade deveria ser tratada individualmente, inclusive os trabalhadores. Já no conceito do Sistema Toyota de Produção, estas relações são separadas por dois eixos e interligadas através do *Kanban*. Em 1948, Bertalanffy (1977) já previra uma utilização dos conceitos da teoria geral dos sistemas nas

organizações e citara que o crescimento da sua utilização estaria ligado aos aspectos dinâmicos e às organizações flexíveis.

No entanto, é com a teoria das restrições que este conceito sistêmico passa a ser incorporado às organizações, as quais passam a ser vistas como uma grande corrente composta por diversos elos interdependentes. O conceito chave é que sempre haverá um elo mais fraco onde a corrente rompe e este deve ser protegido. Assim sendo, pode-se observar uma ruptura conceitual com o paradigma taylorista e similaridades com o Sistema Toyota de Produção. Com Taylor havia uma crença que melhorias locais necessariamente melhorariam o resultado global, pois a premissa era que o todo é a soma das partes. Com a teoria das restrições, esta premissa é alterada e conceitua que a melhoria do elo mais fraco da corrente chamado de gargalo ou restrição resultaria na melhoria do todo. Desta forma, existe uma necessidade da análise sistêmica da organização como um todo, atacando o ponto mais frágil. Fazendo uma analogia com o paradigma taylorista e com a teoria das restrições, pode-se dizer que o primeiro se preocupava com o peso da corrente e o segundo, com a resistência da mesma. A relação com o Sistema Toyota de Produção está na sincronização das atividades da corrente através do *Kanban*, impossibilitando a geração de estoques intermediários e sincronizando a produção. Com a TOC, este processo é similar, porém, identifica-se a restrição do sistema e a vincula às demais atividades da empresa.

Além disso, a TOC não é apenas uma metodologia de sincronização de produção e sim um paradigma sistêmico de gestão.

A TOC é fundamentada no princípio de que existe uma causa comum para muitos efeitos, de que os fenômenos que vemos são conseqüências de causas mais profundas. Esse princípio pode nos levar a uma visão sistêmica da empresa.

Assim, a TOC pode ser definida como uma estratégia global para a organização. Goldratt (1994) conceituou que a estratégia da organização deve definir três pontos chaves: ganhar dinheiro hoje e no futuro, satisfazer os funcionários hoje e no futuro e satisfazer o mercado hoje e no futuro.

2.4 A COMPANHIA COMO UMA COMUNIDADE

Ohno percebeu, porém, que para alcançar o sucesso nesse novo processo os trabalhadores teriam que ser motivados a procurar e corrigir erros e serem extremamente treinados em seu trabalho, ao mesmo tempo. Se os trabalhadores falhassem em antecipar problemas e não tivessem a iniciativa para achar soluções, o trabalho da fábrica poderia vir a parar.

No fim dos anos 40, devido a problemas com a economia japonesa, a Toyota estava enfrentando uma grande recessão nos negócios. A empresa estava querendo demitir um quarto da força de trabalho. Entretanto, o sindicato estava em posição privilegiada e decidiu entrar em greve. O resultado das negociações foi que a companhia e o sindicato acordaram um compromisso que hoje permanece a fórmula para as relações trabalhistas na indústria automobilística japonesa. Um quarto da força de trabalho foi demitida, mas os empregados que restaram receberam duas garantias. Uma delas era emprego vitalício. A outra era o aumento do salário gradual, com a antigüidade da pessoa no emprego, ao invés de função específica, e ligado ao lucro da empresa através de pagamentos de bônus. A Toyota prometia emprego vitalício, mas em troca esperava que a maioria dos empregados permanecesse com a ela até a aposentadoria. Era uma expectativa razoável, porque se o empregado saísse de uma companhia e começasse em outra, ele perderia seu pagamento por antigüidade.

Os trabalhadores também concordaram em definições de trabalho flexíveis e em serem ativos promovendo os interesses da companhia, sugerindo melhorias ao invés de apenas responder a problemas. Com efeito, os dirigentes da empresa viram que, se o empregado ia ficar com ele a vida inteira (desde os 20 até os 60 anos), teria que ser aproveitada não apenas a força do empregado, como também sua experiência.

2.5 LINHA DE MONTAGEM

Ohno então começou a repensar o processo de montagem. Ele escolheu reagrupar os trabalhadores em times. Enquanto Ford atribuía cargos de faxineira, empregados para consertar ferramentas e inspetores de qualidade para especialistas independentes, Ohno deu essas responsabilidades para cada time.

Enquanto Ford pensava que era melhor deixar um erro prosseguir pela linha de montagem, para ser retrabalhado ao final, Ohno pensava que o retrabalho era apenas um custo adicional que era desnecessário. Além, Ohno colocou uma corda sobre cada estação de trabalho, para que os trabalhadores pudessem parar a linha toda cada vez que surgisse um problema que eles não conseguissem corrigir. Então, todos viriam ajudá-los a resolver o problema.

Ele também institucionalizou um sistema de solução de problemas denominado "os cinco porquês". Os trabalhadores eram ensinados a procurar a origem de cada erro, e então achar uma solução para que ele nunca ocorresse de novo. Quando o sistema de Ohno atingiu seu objetivo, a quantidade de retrabalho necessária era mínima. Os trabalhadores estavam aptos a consertar quase qualquer erro assim que ele ocorria. A qualidade dos carros vendidos também aumentou enormemente. Isso se devia ao fato de que a inspeção de qualidade, não importa o quão rigorosa, simplesmente não pode detectar todos os defeitos que podem estar dentro de um veículo complexo atual.

Hoje, as fábricas da Toyota praticamente não têm áreas de remontagem. Em contraste, o número de horas gasta no retrabalho é de 25%, com um total de 20% de área, nas fábricas de produção em massa.

2.6 A FÁBRICA ENXUTA

Não podemos mais fazer equivalência de "japonês" com "produção enxuta" ou de "ocidente" com "produção em massa". Os números mostram que produção enxuta pode ser praticada fora do Japão.

A comparação de automação versus produtividade resistiu à crença comum de que automação é igual à produtividade. Enquanto automação certamente significa menos esforço, isso não necessariamente significa maior produtividade. Mais uma vez, isso é uma questão de adotar a produção enxuta dentro do processo, antes da automação ser aplicada.

As fábricas enxutas transferem o maior número de tarefas e responsabilidades para seus trabalhadores, na verdade agregando valor ao carro na linha e tendo um sistema para detectar defeitos e que rapidamente mapeia cada problema, uma vez descoberto, até sua causa inicial. Isso significa trabalho de equipe entre trabalhadores da linha. A Toyota tem um simples mas facilmente inteligível sistema de informações que torna possível para qualquer um na fábrica a responder rapidamente a problemas e entender a situação da fábrica. Nas mais avançadas fábricas enxutas, a informação é mostrada diariamente: objetivo de produção, quebras de equipamentos, falta de pessoal, necessidade de horas extras e etc. Quando algo dá errado, qualquer empregado que saiba como ajudar, o faz. No fim, é esse time dinâmico de trabalho que emerge como o coração da fábrica enxuta.

Os trabalhadores precisam aprender um grande número de habilidades. Eles precisam ser treinados em seu time de modo que possam servir em qualquer outro. Eles todos precisam de habilidades adicionais de reparos simples em máquinas, controle de qualidade, arrumação do local de trabalho e limpeza. Eles precisam aprender a pensar de modo que possam achar soluções antes que os problemas se tornem sérios. Não é o mesmo que meramente mudar a estrutura organizacional para montar times e introduzir círculos de qualidade.

Os oponentes acham que produção enxuta não é mais recompensadora que a produção em massa. Eles acham que o desejo de constantemente tentar eliminar a perda força os gerentes a sentir como se estivessem sempre sendo obrigados a eliminar a perda e os trabalhadores sempre tentando não perder seus empregos. A segunda crítica é a falta de satisfação, e tem sido combatida com o "neoartesanato".

"Neoartesanato" coloca times maiores, de aproximadamente 10 trabalhadores juntos, para criar um veículo completo. Esse processo demora muito mais até mesmo que a produção em massa. Há uma diferença entre a tensão de continuamente melhorar o processo e a disputa do neoartesanato. Um sistema de produção enxuta bem organizado realmente remove toda a perda - é por isso que ele é enxuto. Porém também dá aos trabalhadores a habilidade que eles precisam para controlar seu ambiente de trabalho e o contínuo desafio de fazer o trabalho funcionar mais suavemente. Há uma tensão criativa para os trabalhadores nas competições, mas de outro lado a gerência deve oferecer suporte total para fazer o sistema trabalhar. Numa queda repentina dos preços dos automóveis, a companhia deve fazer sacrifícios para assegurar a segurança do emprego, pois foi prometido trabalho vitalício aos empregados.

As diferenças fundamentais entre o *design* enxuto contra o *design* da produção em massa incluem liderança, equipes de trabalho, comunicação e desenvolvimento simultâneo. Colocadas juntas, essas quatro áreas tornam possível fazer um trabalho melhor mais rápido, com menos esforço.

A comunicação é muito mais fácil no sistema enxuto, porque o time está baseado em um lugar apenas. No sistema em massa, o projeto usualmente se move de departamento para departamento ao longo do processo, com os membros do time ficando em suas próprias áreas funcionais, sendo assim separados do projeto. Quando ocorrem problemas ou conflitos, eles geralmente não são comunicados ao resto do time. Há também um menor número de pessoas envolvidas no sistema enxuto: 485 contra 900. O time enxuto também concorda no começo do projeto quais são exatamente as responsabilidades de cada um, e assinam contratos individuais para esse efeito.

Conflitos relacionados a recursos usados e prioridades ocorrem no começo em vez de no meio ou no fim do projeto. No sistema em massa, ninguém concorda com coisa alguma no começo e, no fim, quando os problemas ficam cada vez maiores, então começa a disputa. Assim, são necessárias muito mais pessoas para

corrigir o problema.

No sistema enxuto, os *designers* do molde sabem o tamanho aproximado do novo carro desde cedo, porque eles estiveram em contato com o resto do time. Eles pedem blocos de ferro e fazem cortes rudes desde cedo, deixando mais ou menos pronto para as dimensões finais. Enquanto outros ainda estão trabalhando nas especificações exatas, eles estão começando e preparando. O processo demora metade do tempo do tradicional.

O último passo do projeto é a produção real. Analistas ocidentais foram enganados pelo começo lento de transplantes japoneses na América do Norte. Eles as viam começando devagar, o que significa desenvolvimento lento. O que eles não percebem é que assegurando uma escala de início lenta, uma nova fábrica enxuta pode copiar exatamente o *Toyota Production System*. Eles param quando necessário para fazer todos os passos corretos, ao invés de correr e ter que voltar depois para corrigir não apenas erros, mas todo o processo produtivo. Uma vez que a produção enxuta está instalada na fábrica, é fácil introduzir novos produtos desenvolvidos pelo processo de produção enxuto.

O que isso significa finalmente? Os produtores japoneses estão tendendo a trocar os modelos de carros a cada 4 anos. Por outro lado, os americanos deixam seus modelos por 10 anos em produção, porque eles simplesmente são tão ineficientes no processo produtivo que estão descobrindo que não têm dinheiro e engenheiros para expandir sua gama de produtos ou renovar seus produtos frequentemente.

2.7 PRODUÇÃO ENXUTA: COMPORTAMENTO PRODUTIVO VOLTADO PARA A COMPETIVIDADE

A fábrica de produção enxuta é regida por forte princípio de descentralização e horizontalização da produção, voltada para um mercado exigente e, por isso, adota estratégias produtivas, na qual seu objetivo consiste na obtenção

do erro-zero. Cada um dos membros da empresa responsável pela qualidade de seu trabalho e do produto e os processos de fabricação devem estar na mais absoluta sintonia com o estoque de encomendas. O objetivo final é a realização do princípio *Real-Time*; um sistema de produção capaz de reagir instantaneamente aos desejos dos clientes. O comportamento ideal dos membros de todos os turnos é a realização da estratégia *Kaizen*: o desenvolvimento continuado e cooperativo dos modos de melhoramento.

Para Womack e Jones (1992), a produção enxuta tem duas características fundamentais: transfere o máximo de tarefas e responsabilidades para os trabalhadores que realmente agregam valores (...) e, possui um sistema de detecção de defeitos que rapidamente relaciona cada problema, uma vez descoberto, sua derradeira causa.

Coriat (1994) denomina o sistema de produção enxuta como a “fábrica mínima”, conceituando-a como uma “fábrica reduzida às suas funções, equipamentos e efetivos estritamente necessários para satisfazer a demanda diária ou semanal”.

Para o funcionamento dessa “fábrica mínima” são introduzidos mecanismos que asseguram e regulamentam a produção. O *Just-In-Time* — uma das técnicas introduzidas — “é um instrumento de controle da produção que busca atender à demanda da maneira mais rápida possível e minimizar os vários tipos de estoque da empresa”.

Antunes (1995) nos diz que: a produção é variada, diversificada e pronta para suprir o consumo. É este que determina o que será produzido, (...). Desse modo, a produção sustenta-se na existência do estoque mínimo.

Sobre o *Kanban* — sistema de supermercados — o seu uso se dá, segundo Coriat (1994), porque Ohno leu em um artigo na imprensa que uma empresa norte-americana de aviões havia adotado o sistema dito de “supermercado”, e decidiu aperfeiçoar o método e aplicá-lo em todos os níveis do processo de trabalho, adotando os seguintes princípios: o trabalhador do posto de

trabalho posterior (aqui tomado como 'cliente') se abastece, sempre que necessário, de peças ('os produtos comprados') no posto de trabalho anterior (a seção). Assim sendo, o lançamento da fabricação no posto anterior só se faz para realimentar a loja (a seção) em peças (produtos) vendidas.

Assim, há em curso "uma revolução nas técnicas de controle do processo de fabricação e encomendas e de otimização do lançamento das fabricações" (Anexo 2 – A Inteligência da Produção Enxuta – o artigo nos apresenta análise da trajetória do método da produção enxuta até os nossos dias).

3 OS PILARES DE SUSTENTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO: JUST IN TIME E JIDOKA

É inegável que o JIT tem a surpreendente capacidade de colocar em prática o princípio da redução dos custos através da completa eliminação das perdas. Talvez, por seu impacto sobre os tradicionais métodos de gerenciamento, tenha se criado uma identidade muito forte com o próprio TPS. No entanto, o TPS não deve ser interpretado como sendo essencialmente o JIT, o que por certo limitaria sua verdadeira abrangência e potencialidade. O JIT é nada mais do que uma técnica de gestão incorporada à estrutura do TPS que, ao lado do *Jidoka*, ocupa a posição de pilar de sustentação do sistema. Existem diferentes formas de representar a estrutura do Sistema Toyota de Produção. Segundo este sistema, o objetivo da Toyota é atender da melhor maneira as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, ao mais baixo custo e no menor *lead time* possível. Tudo isso enquanto assegura um ambiente de trabalho onde segurança e moral dos trabalhadores constitua-se em preocupação fundamental da gerência.

3.1 JUST IN TIME

A expressão em inglês "*Just-In-Time*" foi adotada pelos japoneses, mas não se consegue precisar a partir de quando ela começou a ser utilizada. Fala-se do surgimento da expressão na indústria naval, sendo incorporada, logo a seguir, pelas indústrias montadoras. Portanto, já seria um termo conhecido e amplamente utilizado nas indústrias antes das publicações que notabilizaram o JIT como um desenvolvimento da *Toyota Motor Co.* No entanto, Ohno afirma que o conceito JIT surgiu da idéia de Kiichiro Toyoda de que, numa indústria como a automobilística, o ideal seria ter todas as peças ao lado das linhas de montagem no momento exato de sua utilização.

Just In Time significa que cada processo deve ser suprido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo. O objetivo do JIT é identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção. A viabilização do JIT depende de três fatores intrinsecamente relacionados: fluxo contínuo, *takt time* e produção puxada.

O fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do *lead time* de produção. A implementação de um fluxo contínuo na cadeia de agregação de valor normalmente requer a reorganização e rearranjo do *layout* fabril, convertendo os tradicionais *layouts* funcionais (ou *layouts* por processos) – onde as máquinas e recursos estão agrupadas de acordo com seus processos (ex: grupo de fresas, grupo de retificas, grupo de prensas, etc.) – para células de manufatura compostas dos diversos processos necessários à fabricação de determinada família de produtos.

A conversão das linhas tradicionais de fabricação e montagem em células de manufatura é somente um pequeno passo em direção à implementação da produção enxuta. O que realmente conduz ao fluxo contínuo é a capacidade de implementarmos um fluxo unitário (um a um) de produção, onde, no limite, os estoques entre processos sejam completamente eliminados. Desta forma garantimos a eliminação das perdas por estoque, perdas por espera e obtemos a redução do *lead time* de produção.

A implementação de um fluxo contínuo de produção torna necessário um perfeito balanceamento das operações ao longo da célula de fabricação/montagem. A abordagem da Toyota para o balanceamento das operações difere diametralmente da abordagem tradicional. O balanceamento tradicional procura nivelar os tempos de ciclo de cada trabalhador, de forma a fazer com que ambos trabalhadores recebam cargas de trabalho semelhantes. O tempo de ciclo é o tempo total necessário para que um trabalhador execute todas as operações alocadas a ele.

Conforme Shingo (1996), o JIT pode ser comparado ao ato de extrair água de uma toalha seca. Isto significa que ele é um sistema de eliminação total de

perdas no ambiente produtivo. Neste caso, perda refere-se a tudo aquilo que não agrega valor ao produto.

Segundo Sobek (1998), a eliminação das perdas foi uma das primeiras filosofias adotada pela Toyota, diferenciando-a da concorrência e alcançando uma vantagem competitiva que a fez por muito tempo liderar o mercado automobilístico em termos de produtividade no chão de fábrica.

Voss (1987) define *just in time* como uma abordagem disciplinada que visa aprimorar a produtividade global. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custos, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

Segundo Hobbs (1994), o objetivo principal do JIT é a redução de estoques, pois esses têm sido utilizados freqüentemente pelas indústrias para esconder problemas de qualidade, de quebra de máquina e de preparação de máquina. Além disso, a redução de estoques propicia que os problemas de chão de fábrica tornem-se transparentes através de um gerenciamento visual, possibilitando que os problemas fiquem visíveis e possam ser eliminados através de esforços concentrados e priorizados.

De acordo com Bailey (1997), o JIT só é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários, com trabalhos em equipes possibilitando ao operador desempenhar multifunções no ambiente produtivo. Permite também um ambiente altamente criativo e flexível, fatores preponderantes para responder as variações da demanda na conjuntura atual.

3.2 JIDOKA

Em 1926, quando a família Toyoda ainda concentrava seus negócios na área têxtil, Sakichi Toyoda inventou um tear capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios

longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos. Desta forma, ele conseguiu dispensar a atenção constante do operador durante o processamento, viabilizando a supervisão simultânea de diversos teares. Esta inovação revolucionou a tradicional e centenária indústria têxtil.

Em 1932, o recém-formado engenheiro mecânico Taiichi Ohno integrou-se a *Toyoda Spinning and Weaving*, onde permaneceu até ser transferido para a *Toyota Motor Company Ltd.* em 1943. Tendo recebido “carta-branca” de Kiichiro Toyoda, então presidente do grupo, Ohno começou a introduzir mudanças nas linhas de fabricação da fábrica *Koromo* da *Toyota Motor Company* em 1947.

Ohno sabia que havia duas maneiras de aumentar a eficiência na linha de fabricação: aumentando a quantidade produzida ou reduzindo o número de trabalhadores. Em um mercado discreto como o mercado doméstico japonês há época, era evidente que o incremento na eficiência só poderia ser obtido a partir da diminuição do número de trabalhadores. A partir daí, Ohno procurou organizar o *layout* em linhas paralelas ou em forma de “L”, de maneira que um trabalhador pudesse operar 3 ou 4 máquinas ao longo do ciclo de fabricação, conseguindo com isso, aumentar a eficiência da produção de 2 a 3 vezes.

A implementação desta nova forma de organização exigiu de Ohno a formulação da seguinte questão: “Porque uma pessoa na *Toyota Motor Company* é capaz de operar apenas uma máquina enquanto na fábrica têxtil Toyoda uma operadora supervisiona 40 a 50 teares automáticos?” A resposta era que as máquinas na Toyota não estavam preparadas para parar automaticamente quando o processamento estivesse terminado ou quando algo de anormal acontecesse.

A invenção de Sakichi Toyoda, aplicada às máquinas da *Toyota Motor Company*, deu origem ao conceito de *Jidoka* ou automação, como também é conhecido. Na verdade, a palavra *Jidoka* significa simplesmente automação. *Ninben no aru jidoka* expressa o verdadeiro significado do conceito, ou seja, que a máquina é dotada de inteligência e toque humano.

Ainda que o *Jidoka* esteja freqüentemente associado à automação, ele não

é um conceito restrito às máquinas. No TPS, *Jidoka* é ampliado para a aplicação em linhas de produção operadas manualmente. Neste caso, qualquer operador da linha pode parar a produção quando alguma anormalidade for detectada. *Jidoka* consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade.

A idéia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Quando a máquina interrompe o processamento ou o operador pára a linha de produção, imediatamente o problema torna-se visível ao próprio operador, aos seus colegas e à sua supervisão. Isto desencadeia um esforço conjunto para identificar a causa fundamental e eliminá-la, evitando a reincidência do problema e conseqüentemente reduzindo as paradas da linha.

Quando Ohno iniciou suas experiências com o *Jidoka*, as linhas de produção paravam a todo instante, mas à medida que os problemas iam sendo identificados, o número de erros começou a diminuir vertiginosamente. Hoje, nas fábricas da Toyota, o rendimento das linhas se aproxima dos 100%, ou seja, as linhas praticamente não param.

3.3 KAIZEN

O terceiro componente da base sobre a qual estão assentados os pilares do TPS é o *Kaizen*. *Kaizen* é a melhoria incremental e contínua de uma atividade, focada na eliminação de perdas (*muda*), de forma a agregar mais valor ao produto/serviço com um mínimo de investimento.

A prática do *Kaizen* depende do contínuo monitoramento dos processos, através da utilização do ciclo de Deming (ciclo PDCA). Este processo desenvolve-se a partir da padronização da melhor solução e subsequente melhoria deste padrão, garantindo que os pequenos e incrementais ganhos sejam incorporados às práticas operacionais.

A melhoria estável, que permitirá lançar o processo no próximo nível, só pode ser alcançada a partir de processos padronizados. A subida pela escada (processo de *Kaizen*) só pode ser considerada segura e contínua se todos os degraus (padronização das operações), um após o outro, forem construídos de forma sólida e consistente. A prática do *Kaizen* sem padronização corresponde à tentativa de subir a escada, depositando-se todo o peso do corpo sobre um degrau mal estruturado; o risco do degrau ruir e com ele nos levar escadaria abaixo é iminente (Anexo 3 – Decodificando o DNA do Sistema Toyota - podemos observar que o artigo procura explicitar o que é implícito no Sistema Toyota através de um sistema de quatro regras, nas quais apresentam como uma empresa organiza suas operações como experimentos e como é ensinado o método científico a todos os funcionários, em todos os níveis hierárquicos).

4 ALGUMAS DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS PELO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Entre as muitas ferramentas do Sistema Toyota de Produção destaca-se neste trabalho: o sistema de Kanban, *Poka Yoke*, 5S, método de sinalização e a troca rápida de ferramenta, todos utilizados constantemente no processo contínuo de produção.

Na verdade, a essência deste sistema é a perseguição e eliminação de toda e qualquer perda. É o que na Toyota se conhece como “princípio do não-custo”.

Estas ferramentas buscam evitar ao máximo a ocorrência por perdas, ou seja, o que o Sistema Toyota de Produção conceitua-se de desperdícios são os chamados de:

- Perda por superprodução (quantidade e antecipada);

É produzir antecipadamente à demanda por motivos de problemas ou restrições no processo ou ainda devido aos altos tempos de *setup*. Isto tudo ocasiona uma superprodução de estoques fazendo crescer os custos de manutenção dos mesmos. O *Just-In-Time* sugere que se produza somente o que é necessário coordenando a demanda e a capacidade de produção, eliminando as restrições no processo e diminuindo o *setup*.

- Perda por espera;

Eliminar o tempo de espera dos materiais que estão aguardando para serem processados, provocando baixas taxas de utilização dos equipamentos. O foco não é no fluxo de materiais nem a taxa de utilização das máquinas, mas sim a mão-de-obra e os equipamentos que só irão trabalhar quando houver necessidades. Atividades coordenadas irão contribuir para eliminar esta perda.

- Perda por transporte ou movimentação;

A movimentação dos estoques não agrega valor ao produto e é considerada como atividade improdutiva e devem-se reduzir ao máximo as distâncias a serem percorridas, para que se possa estudar a melhor forma de estocagem dos produtos.

- Perda no próprio processamento;

O processo produtivo deve ser planejado e desenvolvido de forma que não permita atividades desnecessárias, inclusive a redução de matérias-primas que compõem o produto.

- Perda por estoque;

Representam perdas de investimentos, a necessidade de se manterem em estoques deve ser diretamente proporcional a demanda, conforme o *lead time*.

A eliminação das perdas é fator fundamental para excelência do *Just-In-Time* e requer os seguintes princípios:

- 1) Qualidade: deve ser alta, para diminuir os custos por não conformidade do produto;
- 2) Velocidade: essencial para atender a demanda no momento da necessidade no cliente;
- 3) Confiabilidade: pré-requisito para se ter um fluxo de produção otimizado;
- 4) Flexibilidade: importante desenvolver a flexibilidade da produção, em caso de variação do *mix* de produtos, os funcionários devem estar preparados.

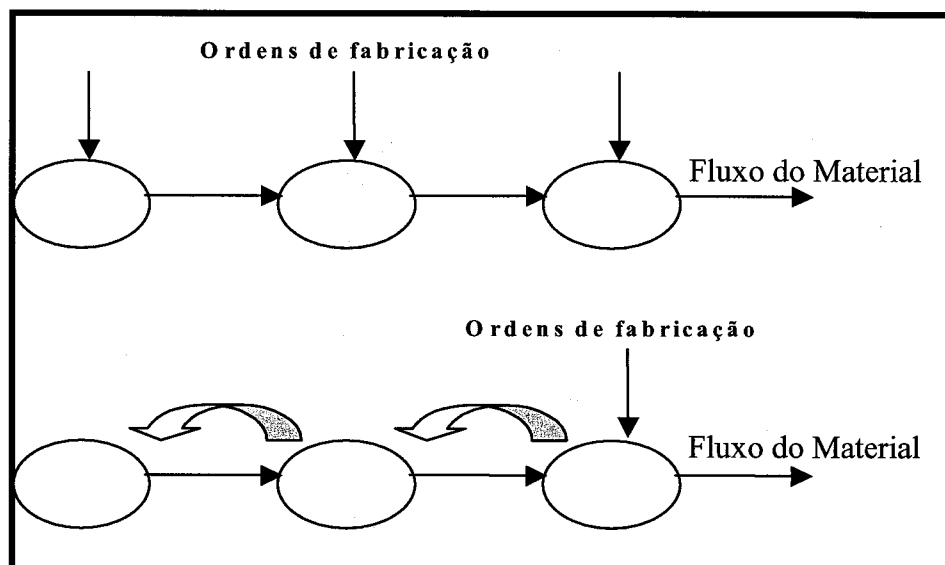
4.1 KANBAN

A técnica *Kanban* foi desenvolvida "com o objetivo de tornar simples e rápidas as atividades de programação, controle e acompanhamento de sistemas de produção em lotes" (Tubino, 1999, p.85).

Essa técnica surgiu pela observação da maneira como os supermercados gerenciam seus estoques na prateleira. O repositor monitora a quantidade de itens nas prateleiras. Quando essa quantidade reduz-se de um determinado nível definido, o repositor retira produtos do estoque e coloca-os na prateleira, até que esse processo ocorra novamente.

Essa técnica é chamada de “puxada” pela razão da produção ocorrer somente após a solicitação do cliente. Moura (1995) evidencia essa dinâmica, através da figura 1, e a compara com o princípio de empurrar a produção.

FIGURA 1 - DINÂMICA DOS PRINCÍPIOS DE EMPURRAR E PUXAR A PRODUÇÃO



Fonte: Moura (1995).

Enquanto na produção empurrada as ordens de fabricação são emitidas para cada posto de fabricação, na produção puxada a ordem é emitida apenas no último posto, que ao buscar material no posto anterior o autoriza a fabricar um novo lote. A extensão deste procedimento para todos os postos de trabalho anteriores, é o que comanda a produção.

Corrêa e Giansesi (1996) afirmam que o *Kanban* “age como disparador da produção de centros produtivos em estágios anteriores do processo produtivo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais”. Esta técnica utiliza sinais para comandar a produção e movimentação dos itens pela fábrica (Tubino, 1999).

Esses cartões *Kanban*, segundo Corrêa e Giansesi (1996), são denominados *Kanban* de produção e *Kanban* de transporte. O *Kanban* de produção autoriza o processo produtivo a iniciar a produção de um lote de determinado item.

Ele contém várias informações para identificar o item, como a sua descrição, o tamanho do lote, os materiais necessários entre outros. A figura 2 mostra um exemplo de *Kanban* de produção.

FIGURA 2 – *KANBAN* DE PRODUÇÃO

KP – kanbans de Produção
 Nº da Peça: 1213
 Descrição: Rotor tipo C
 Lote: 12 peças
 C. P.: célula J-32
 Arm.: J-32

Fonte: Corrêa e Giansesi (1996)

O *Kanban* de transporte “é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica” segundo Corrêa e Giansesi (1996). Ele geralmente contém algumas informações do *Kanban* de produção, como descrição do item e tamanho do lote, acrescido das informações do centro de produção de origem e centro de produção de destino. Corrêa e Giansesi (1996) exemplificam, através da figura 3, um *Kanban* de transporte.

FIGURA 3 – *KANBAN* DE TRANSPORTE

KP – kanbans de Transporte
 Nº da Peça: 1213
 Descrição: Rotor tipo C
 Lote: 12 peças
 C. P.: célula J-32
 C.P. de destino: posto L-45 (linha)

Fonte: Corrêa e Giansesi (1996)

A esses dois *Kanbans* Tubino (1999) acresce um terceiro, chamado *Kanban* de fornecedor. Esse *Kanban* é similar ao *Kanban* de transporte, porém é utilizado para comunicar a fornecedores externos da necessidade de reposição de

itens. As informações nele contidas são semelhantes as do *Kanban* de movimentação, com a adição dos dados do fornecedor, horários e ciclos de entregas.

Há dois procedimentos que podem ser usados para comandar a utilização dos *Kanbans*: o sistema de cartão único e o sistema de dois cartões.

O sistema de *Kanban* único é próprio para empresas que tenham o *layout* contínuo, tendo os postos de fabricação lado-a-lado. Dessa forma, quando o estágio-cliente requer um novo lote, ele retira o material do estoque e deixa o *Kanban* para informar qual o componente foi requisitado. Ao perceber a presença do *Kanban*, o estágio-fornecedor processa um lote igual ao que foi retirado pelo estágio-cliente.

Cabe aqui salientar que a técnica *Kanban* objetiva a minimização de estoques, tanto em processo quanto em produtos finais. Porém, a técnica prevê a formação de estoques entre os processos, para haver resposta rápida ao cliente. Dessa forma, geralmente irá haver estoques de produtos finais que, ao serem retirados pelos clientes, dão início ao processo. O estágio final retira o lote do seu estágio-fornecedor e o processa, ocorrendo essa dinâmica em todo o sistema.

O sistema com dois cartões é empregado em processos onde o cliente está longe do fornecedor. O processo é basicamente o mesmo do outro sistema, porém, neste se faz presente o movimentador. Quando o operador retira material do estoque para processá-lo, ele deixa o *Kanban* de movimentação. Periodicamente, o movimentador, ao visitar os estágios, recolhe os *Kanbans* de movimentação e vai ao estágio fornecedor para retirar um novo lote daquele item. Nesse processo, ele coloca o *Kanban* de produção para autorizar a fabricação e leva o lote requerido para o estágio-cliente. O processo é contínuo, e o movimentador é o responsável pela dinâmica do mesmo.

Tubino (1999) afirma que, apesar de ser idealizado para processos repetitivos em lotes, outros processos podem usufruir dos seus princípios, em partes do processo que tenham características de repetitividade. Esse mesmo autor elenca

algumas vantagens da adoção do *Kanban* como técnica da programação da produção. Entre elas estão: permite a identificação imediata de problemas; reduz a necessidade de equipamentos e movimentação; dispensa a necessidade de inventários periódicos.

Corrêa e Giansesi (1996) lembram que o *Kanban*, apesar de eficiente, tem as suas limitações. Os autores declaram que, devido o *Kanban* prever a manutenção de estoques (mesmo que sejam mínimos), se a variedade de produtos e componentes for grande, “o fluxo não será contínuo e sim intermitente, gerando altos estoques em processo para cada item, principalmente considerando-se a demanda de cada um” (p.99). Afirmam também, que pelo número muito pequeno de estoques, qualquer interrupção na produção reflete na capacidade de resposta ao cliente, portanto o sistema de produção deve se antecipar à ocorrência de interrupções, diminuindo ou excluindo-as.

Uma outra crítica comum ao *Kanban* é que ele não suporta grandes variações na demanda. A afirmação é verdadeira, em ambientes turbulentos a técnica *Kanban* não é adequada. Contudo, verifica-se que todas as outras técnicas discutidas também não suportam grandes variações na demanda. Outras técnicas geradoras de estoque até podem reagir melhor em ambientes turbulentos, porém a instabilidade do ambiente é prejudicial a todas, comprometendo a sua atuação.

4.2 POKA YOKE

Métodos que ajudam os operadores a evitar erros em seu trabalho, tais como escolha de peça errada, montagem incorreta de uma peça, esquecimento de um componente, etc. Também conhecido como *Poka Yoke* (à prova de defeitos) ou *Baka Yoke* (à prova de bobeira).

Exemplos comuns incluem:

- 1) Projetos de produtos com formas físicas que tornam impossível a montagem de peças de uma maneira que não seja correta;

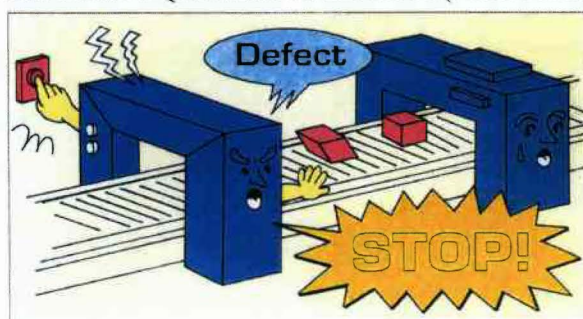
- 2) Fotocélulas acima dos contêneres das peças, a fim de evitar que um produto passe para a etapa seguinte, se as mãos do operador não tiverem interrompido o fecho de luz para pegar as peças necessárias;
- 3) Sistema mais complexo de monitoramento de peças, também com fotocélulas, mas com a lógica adicional de garantir que a combinação correta de peças tenha sido feita para o produto que está sendo montado.

Segundo Shingo (1996), há duas maneiras possíveis nas quais *Poka Yoke* pode ser usado para corrigir erros:

- Método de Controle: quando o *Poka Yoke* é ativado, a máquina ou a linha de processamento pára, de forma que o problema pode ser corrigido;
- Método de Advertência: quando o *Poka Yoke* é ativado, um alarme soa, ou uma luz sinaliza, visando alertar o operador.

O *Poka Yoke* de controle é o dispositivo corretivo mais poderoso, porque paralisa o processo até que a condição causadora de defeito tenha sido corrigida (figura 4). O *Poka Yoke* de advertência permite que o processo que está gerando o defeito continue, caso os operarios não atendam ao aviso. A frequência com que ocorrem os defeitos e o fato de eles poderem ou não ser corrigidos, uma vez que tenham ocorrido, irá influenciar na escolha entre dois métodos.

FIGURA 4 – DISPOSITIVO QUE PÁRA OS DEFEITOS (*POKA YOKE*)



Em geral, defeitos ocasionais são ocorridos automaticamente. Por exemplo, uma falha em parte da matéria prima causa defeitos nas peças produzidas com essa porção defeituosa; porém as peças subsequentes serão boas. Defeitos mais frequentes, geralmente exigem um *Poka Yoke* de controle. Se a frequência do defeito é baixa e o defeito puder ser corrigido, é aconselhado *Poka Yoke* de advertência. Entretanto, quando o defeito é impossível de ser corrigido, é preferível um *Poka Yoke* de controle, seja qual for a frequência com que ocorre este defeito.

Quando os defeitos continuarem a ser produzidos até que uma intervenção humana ou mecânica ocorra (por exemplo, uma punçionadeira quebrada que cause rejeitos continuamente) o *Poka Yoke* de controle é sempre o mais eficaz.

Em cada caso, a decisão de implementar um *Poka Yoke* deve ser feita com base em uma análise custo-benefício. O *Poka Yoke* de controle é o mais eficiente na maioria dos casos.

Entretanto, o *Poka Yoke* é apenas um meio e não um fim em si mesmo. Portanto, antes de projetar e instalar algum dispositivo, devemos primeiramente determinar se nos basearemos na auto-inspeção, na inspeção na fonte ou na inspeção sucessiva. Uma vez que essa decisão tenha sido feita, o *Poka Yoke* é utilizável como medida prática para atingir a inspeção 100%.

Se as medidas de inspeção forem possíveis, elas podem ser incorporadas em um dispositivo *Poka Yoke*, ou, ainda melhor, em algumas formas de inspeção na fonte ou auto-inspeção. A inspeção sucessiva deve ser reservada para os casos onde apenas a inspeção sensorial seja possível, pelo fato de detectar defeitos somente após o primeiro ter ocorrido. Além disso, ela só deve ser adotada quando nem a auto-inspeção e tampouco a inspeção na fonte forem viáveis por motivos técnicos ou econômicos.

4.3 ORGANIZAÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO - 5 S

Cinco termos relacionados, começando com a letra S, que descrevem práticas para o ambiente de trabalho, úteis para o gerenciamento visual e para a produção enxuta. Os cinco termos em japonês são:

- 1) *Seiri* (senso de utilização): significa separar os itens necessários dos desnecessários, descartando estes últimos, ou seja, tudo o que não for necessário para a produção num futuro próximo deve ser removido, como por exemplo: inventário de material em processo, excesso de equipamento, ferramental, material de uso pessoal. As vantagens para este item seria a liberação de espaço e de materiais, que poderão ser aproveitados em outras áreas;
- 2) *Seiton* (senso de localização): significa organizar o que sobrou, um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar, ou seja, cada coisa deve ter o seu lugar para que, sendo necessária, seja encontrada facilmente. O principal objetivo da locação é criar a habilidade de detectar que algo não está onde deveria estar. A localização procura: demarcar o lugar de cada objeto, devolver os objetos usados para uma locação fixa e manter os objetos que são usados em conjunto, agrupados num mesmo local;
- 3) *Seiso* (senso de Limpeza): significa que área ou sistema produtivo deve ser mantido limpo constantemente. Um local de trabalho limpo transmite a mensagem de que ali se procura trabalhar com qualidade. Deve-se limpar adequadamente as máquinas, dispositivos, equipamentos, chão, paredes, teto, etc. A limpeza deve ser o suficiente para evitar problemas de qualidade e manutenção, saúde e segurança. A pessoa ou grupo responsável deve procurar reduzir sistematicamente os tempos de limpeza;

- 4) *Seiketsu* (senso de padronização) significa que a padronização resultante do bom desempenho nos três primeiros “sensos” citados anteriormente. É o senso de conservação, pois a definição de padrões é fundamental para a manutenção dos progressos alcançados pelo grupo. Trata-se de definir padrões e procedimentos para as melhorias alcançadas. Procura-se registrar os padrões definidos: pasta com fotos, procedimentos de organização e limpeza;
- 5) *Shitsuke* (senso de autodisciplina): significa ter disciplina para manter em andamento os quatro primeiros “sensos”. Disciplina é trabalhar conscientemente através de regras de organização, locação e limpeza. Trata-se de valorizar o espírito de equipe, eliminando a necessidade de fiscalização externa: os membros da equipe são os responsáveis. Procura-se incentivar a autodisciplina, eliminar a insegurança nas ações pessoais e consolidar a cultura do 5s.

Os 5s são normalmente traduzidos para o português como acima descritos (utilização, organização, limpeza, padronização e autodisciplina). Alguns praticantes do pensamento da produção enxuta adicionam um sexto S para a segurança, ou seja, estabelecer e praticar procedimentos seguros no chão de fábrica e no escritório.

4.4 SINALIZAÇÃO: ANDON

Existem várias formas de sinalização no Sistema de Toyota de Produção, principalmente aquelas que permitem uma comunicação binária, ou seja, uma comunicação direta sem geração de dúvidas na sua interpretação.

Uma destas ferramentas utilizadas no gerenciamento visual do Sistema Toyota de Produção é o *Andon*. Esta ferramenta mostra o estado das operações em uma área e avisa quando ocorrer algo de anormal.

Um *Andon* pode indicar o status da produção (por exemplo, quais

máquinas estão operando), uma anormalidade (por exemplo, parada da máquina, problema de qualidade, erros de ferramental, atrasos do operador e falta de materias) e as ações necessárias, como a necessidade de trocas. Um *Andon* também pode ser utilizado para descrever o status da produção, em termos do número planejado de unidades, em comparação ao resultado real.

Um típico *Andon*, que é o termo japonês para “lâmpada”, é um luminoso com linhas de números que correspondem às estações de trabalho ou às máquinas. Um número se acende quando um problema é detectado por um sensor. A luz se acende automaticamente ou é acesa por um operador, que puxa uma corda ou aperta um botão. O número iluminado exige uma reação rápida do líder da equipe. Luzes coloridas sobre as máquinas, sinalizando problemas (em vermelho) ou mostrando que a operação está ocorrendo normalmente (em verde), são um outro tipo de *Andon*.

Entre os vários motivos de se utilizar o *Andon* é que: os defeitos não são passados ao cliente, os problemas se tornam visíveis (rapidamente mostrados, ao invés de serem escondidos) e aparecem para serem resolvidos (ao invés de acostumar-se a conviver com os mesmos), as causas dos defeitos são facilmente rastreadas, o processo não depende tanto de inspeção final, a inteligência das pessoas é mais aproveitada e o retrabalho são evitados.

Portanto segundo Shingo (1996), ao surgirem os problemas, controles visuais como o *Andon* (luzes indicadoras) mostram aos supervisores e a todos onde está o problema. Que os problemas sejam de imediato visualmente comunicados a todos é característica notável do Sistema Toyota de Produção; mas, quando ocorrem, o mais importante são as soluções reais dadas a esses problemas.

Na figura 5 nos apresenta um dos *Andon* utilizados na fábrica da Toyota.

FIGURA 5 - PAINEL DO ANDON DA FÁBRICA DA TOYOTA



4.5 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA

Não é exagero afirmar que a extraordinária redução nos tempos de troca de ferramentas e matrizes é um fator de fundamental importância no sucesso do Sistema Toyota de Produção. A produção contra-pedido e sem estoque exige, incondicionalmente, redução no tempo de *setup*.

A flexibilidade das operações produtivas, e do sistema com um todo está atrelado à capacidade de mudar de um produto para outro no menor tempo possível.

A TRF é um método científico que usa princípios de engenharia para que resultados sejam obtidos, e não apenas um método administrativo de melhor aproveitamento de recursos (Shingo, 1996).

É um ótimo exemplo do tipo de melhorias que podem ser obtidas quando equipes de operários, engenheiros de manufatura e de ferramentas podem obter quando são postos de frente a problemas que na maioria das vezes sequer são percebidos.

A maximização do uso das técnicas de troca rápida de ferramenta em um único toque é uma das chaves para a flexibilização da empresa enxuta. Isso permitirá:

- 1) Responder as flutuações da demanda do cliente, pois agora o cliente está puxando a produção, e não mais será necessário trabalhar com

- um “*make to stock*”, e muito menos com os grandes estoques de material acabado para responder aos possíveis picos na demanda;
- 2) Problemas de qualidade gerados pelo produto ou processo não comprometerão grandes quantidades de peças processadas;
 - 3) Mudanças de engenharia, ou a necessidade de produção de outros produtos na mesma linha são facilmente introduzidos na programação de produção.

A TRF proporciona mais velocidade de resposta ao sistema, uma vez que em poucos minutos um equipamento pode sair da produção do produto A para o produto B. Proporciona mais flexibilidade ao sistema, pois não haverá a preocupação de que o equipamento ficará indisponível por horas até que esteja pronto para o próximo tipo de produto.

Atualmente, a demanda por sistemas produtivos mais competitivos e eficientes é cada vez mais evidente nas indústrias de manufatura. Os aspectos relacionados à eficácia das linhas de produção são fundamentais para adequar as empresas dentro dos objetivos de atender as necessidades dos clientes e, especialmente, estar à frente da concorrência. Dessa maneira, verifica-se nas fábricas que utilizam linhas de usinagem a necessidade de metodologias de gerenciamento competitivas para obter-se êxito nos resultados desejados. Assim sendo, não obstante a esses fatores, um sistema de gerenciamento de ferramentas de usinagem é vital para que a produção possa atuar com bons resultados operacionais (Womack e Jones, 1992).

Quando se trata de gerenciamento de ferramentas de corte do ponto de vista do Sistema Toyota de Produção, não significa apenas a ferramenta física estar disponível ao lado da máquina, conforme as especificações de processo, porém, todo o fluxo completo que envolve a produção, desde a aquisição da ferramenta junto ao fornecedor até o descarte da mesma ao final da sua vida útil.

Porém, nesse intervalo entre a identificação da necessidade da ferramenta de corte ao sucateamento da mesma, existem muitas vezes, caminhos longos e

tortuosos, que acabam prejudicando os resultados planejados de eficiência e produtividade. Dessa maneira, observam-se diversos exemplos de sistemas de gerenciamento que têm por objetivo otimizar a “estadia” da ferramenta no sistema de produção da indústria. O Sistema Toyota de Produção, por sua vez, apresenta aspectos extremamente interessantes, fundamentados na excelência dos resultados obtidos em sistemas integrados de manufatura (Womack e Jones, 1992).

Um aspecto interessante do Sistema Toyota de Produção é que mesmo com atividades, conexões e fluxos de produção rigidamente padronizados, consegue-se ao mesmo tempo ter operações muito flexíveis e adaptáveis (Spear e Bower, 1999).

5 ANALISANDO O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NA EMPRESA

Este capítulo tem por objetivo identificar a presença e a utilização dos conceitos do Sistema Toyota de Produção na empresa a ser analisada, verificando a existência de ferramentas, citadas na parte teórica deste trabalho, que caracterizem o processo de manufatura baseado no Sistema Toyota de Produção.

5.1 A EMPRESA

A empresa foi instalada em Campo Largo, na região metropolitana de Curitiba-PR em um terreno de 1,27 milhões de metros quadrados. Os trabalhos de construção começaram em 1.998 e em Janeiro de 1.999, a área de 40 mil metros quadrados de construção. A figura 6 nos mostra uma imagem aérea da empresa em questão.

FIGURA 6 – VISTA GERAL DA EMPRESA



O primeiro motor foi fabricado em Setembro daquele mesmo ano e a empresa, chega em 2003, com a capacidade de produção de 400 mil motores/ano.

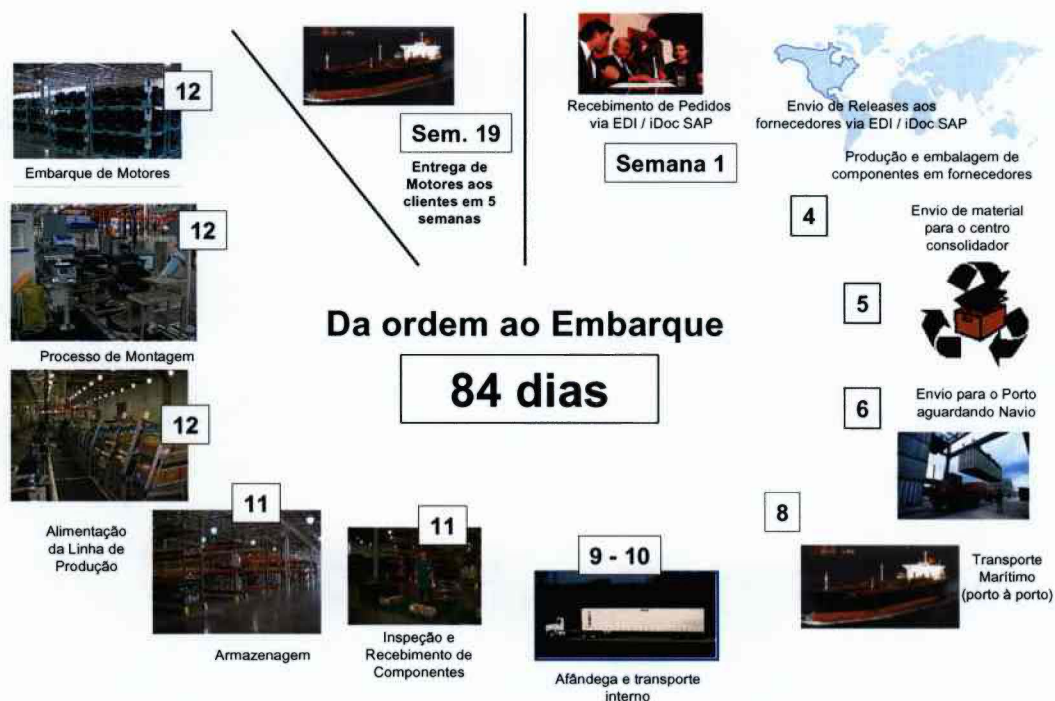
Seguindo rigorosos padrões de qualidade e tecnologia, os motores a gasolina de 4 cilindros 1.6/1.4 litro, ambos com 16 válvulas, são destinados ao mercado externo, equipando todos os modelos do Mini da BMW, fabricados na Inglaterra, o PT Cruiser da DaimlerChrysler vendido na África do Sul, Europa e

outros mercados externos e também o Neon da DaimlerChrysler, fabricado nos EUA.

Portanto, a empresa tem seu principal negócio focado em exportações, representando em torno de 85% de sua venda para a BMW, mais exatamente para a Inglaterra.

Hoje ela apresenta um tempo médio de 84 dias de entrega, considerando o início do recebimento do pedido pelo cliente até o motor pronto na planta de Oxford, Inglaterra, conforme podemos observar na figura 7.

FIGURA 7 – TEMPO DE ENTREGA DO PRODUTO FINAL



Visão de futuro, vocação para o sucesso, investimentos em tecnologia e recursos humanos, técnicas modernas de gestão e alto nível de automação, colocam a empresa entre as maiores do mundo em produção de motores, refletindo na qualidade final de seus produtos.

Esta política da qualidade requer que a empresa melhore continuamente seus processos, através de pessoas inspiradas e focadas nos clientes, para reduzir a variação do processo e melhorar a Segurança, Qualidade, Entrega, Custo e Moral.

Para alcançar e manter os mais altos níveis de qualidade em seus produtos e processos e atender a sua Política da Qualidade, a empresa tem

implementado um sistema operativo da qualidade baseado no Manual Corporativo da DaimlerChrysler chamado MQAS - *Manufacturing Quality Assurance System*, que atende aos requerimentos da ISO 9001:2000, ISO TS 16949:2002, ISO 14001:1996 e requisitos adicionais da corporação para suas unidades.

Apoiada por esse sistema operativo, que também integra as mais modernas técnicas de *Lean Manufacturing* e Sistema Toyota de Produção, a empresa trabalha em um ambiente de melhoria contínua, com foco nos clientes e na redução da variação de processo, alcançando resultados extremamente expressivos na indústria automobilística e, principalmente, junto às corporações DaimlerChrysler e BMW.

Dentre os sistemas de gestão de negócios, optou pelo já reconhecido e consolidado Sistema Toyota de Produção - TPS, onde o foco principal é a produção enxuta de bens e serviços. Esta filosofia japonesa de trabalho prega a eliminação de todos os custos e esforços desnecessários ao processo: as perdas.

A partir deste conceito a empresa criou seu próprio sistema de gestão de negócios chamado TBS.

O TBS caracteriza-se pelo desenvolvimento de processos que têm por objetivo atender as necessidades do cliente, em termos de quantidade, custos e qualidade com o envolvimento direto dos funcionários na redução das perdas, solução de problemas e de melhoria contínua.

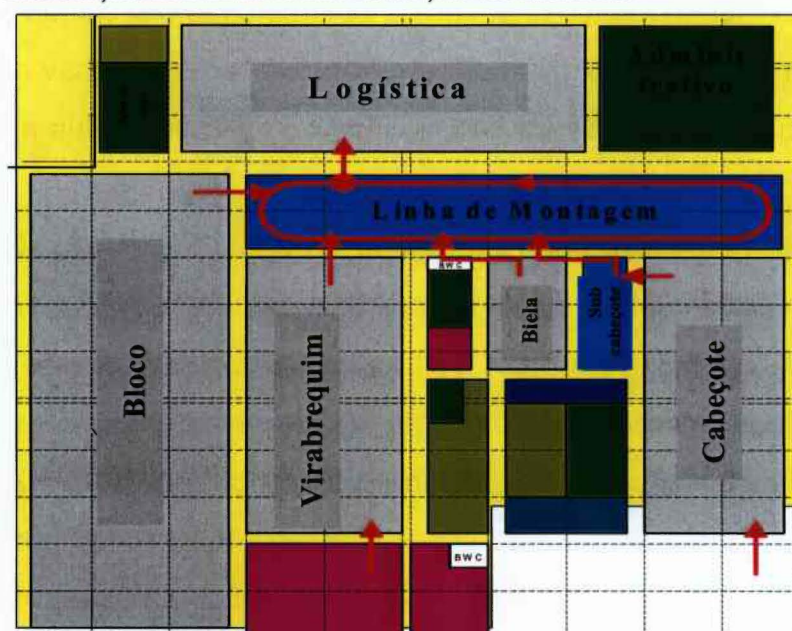
5.2 A DISPOSIÇÃO DAS LINHAS DE PRODUÇÃO

Analisando a ocupação física da empresa, nota-se que, desde o início de sua construção existiu a preocupação com a disposição de suas linhas de produção (linha de usinagem para linha de montagem), ou seja, o *layout* da linha de usinagem (fornecedoras de componentes usinados sendo estes: bloco, virabrequim, biela e cabeçote) estão dispostas de tal maneira que facilita e reduz as perdas de movimentação entre estas e a linha de montagem (motores prontos). A figura 8 nos mostra o *layout* das linhas e as setas mostram o sentido do fluxo de materiais usinados para a montagem final do motor, formando uma cadeia interna de

fornecedor e cliente.

Nota-se também um sentido de fluxo direto de motores prontos da linha de montagem para a área de logística, atendendo assim, um rápido deslocamento desde a entrega do material bruto (entradas das linhas de usinagem) e a saída do motor pronto para o cliente final (usuário).

FIGURA 8 – DISPOSIÇÃO DAS LINHAS DE PRODUÇÃO NA EMPRESA



5.3 A ESTRUTURA DO SISTEMA TBS

Na empresa são fortemente divulgados os pilares de sustentação do TBS, que são exatamente os mesmos do Sistema Toyota de Produção, sendo fundamental para suportar o cliente final, uma base composta pela padronização e o *Kaizen*, enquanto os pilares são compostos pelo: *Just In Time* e o *Jidoka*. O boneco mostrado pela figura 9 representa o operador suportado pela estrutura do TBS.

FIGURA 9 – ESTRUTURA BÁSICA DO TBS



Ao percorrer a empresa nota-se facilmente que os postos de trabalhos são constituídos de instruções de trabalho padronizadas (ITP), conforme podemos verificar na figura 10. Estas ITP's são colocadas o mais próximo possível da estação de trabalho, para atender os seguintes requisitos:

- 1) Treinamento: é a melhor forma aprovada para fazer certa atividade;
- 2) Verificação: usada como a referência para o Operador Líder (*Team Leader*) ou Grupo Líder (*Group Leader*) para verificar se a atividade está sendo feita corretamente;
- 3) Melhoria Contínua: quando uma melhoria é proposta, ela deve obrigatoriamente ser comparada e ser melhor que o padrão.

FIGURA 10 – INSTRUÇÕES PADRONIZADAS DE TRABALHO



O sistema TBS da empresa é fortemente baseado num procedimento constituído por formulário chamado SP (*Solution Problem*), onde os problemas devem ser resolvidos eliminando a sua causa raiz, sendo que, as pessoas são treinadas em um processo baseado no ciclo PDCA, promovendo de certa maneira o Kaizen, como representante do processo de melhoria contínua. A figura 11 nos apresenta o formulário SP utilizado na solução dos problemas da empresa. Estes formulários são arquivados após a conclusão dos mesmos, ficando como uma base de dados históricos para outras equipes da empresa, e ou também se faz uso dos formulários arquivados quando o mesmo problema ou similar voltar a ocorrer.

FIGURA 11 – FORMULÁRIO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (SP)

O formulário "SOLUÇÃO DE PROBLEMA" é dividido em duas colunas principais. A coluna da esquerda contém as etapas 1 a 4, e a coluna da direita contém as etapas 5 a 9. O ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) é representado por círculos amarelos com as letras P, D, C e A.

1 - Tema: Identificação: Nome, Endereço, Telefone, Data, Hora.

2 - Situação Atual: Descrição (descrever o objeto, o problema e a condição atual). Pontos: C (Causa), A (Ação).

3 - Análise do Problema: O que é o problema? (Descrever o Efeito E). Onde o problema ocorre? (Descrever o Efeito E). Quando ocorre o problema? (Descrever o Efeito E). Qual é a causa mais provável? (Descrever o Efeito E). Qual é a causa real? (Descrever o Efeito E). Quais problemas podem ser causados por esse problema? Se sim, descreva quais.

4 - Conclusões: Condições de atendimento (ação necessária). Condições de atendimento (ação necessária). Condições de atendimento (ação necessária). Pontos: P (Problema).

5 - Condição Atual: Estado atual: - Na Demanda - Sem Defeito - 1 e 2 - 3 - Sem Desperdício - Seguro (profissional, risco & emoções). Pontos: P (Problema).

6 - Plano: Para qual estado você se compromete a atingir a situação atual? Pontos: P (Problema).

7 - Implementação: O que, Onde, Quem, Quando. Pontos: P (Problema), D (Do).

8 - Resultado Esperado da Implementação: Qual é o resultado esperado da implementação? Qual é o resultado esperado da implementação? Pontos: C (Check).

9 - Lições Aprendidas: A implementação ocorreu? Se não, onde ocorreu? E a solução? Que condições podem ser evitadas com esta solução? Se sim, descreva quais. Que condições podem ser evitadas com esta solução? Se sim, descreva quais. Pontos: A (Act).

Aprovação: SP nº, Data, Assinatura.

Na primeira reunião de cada mês com o time multifuncional, chamada pela empresa de "Top 5", são discutidos os cinco principais itens relacionados a: custo, entrega, qualidade e segurança da linha de produção em questão. Nesta primeira reunião as informações são trazidas pelo Líder de Grupo de Operações e apresentadas para o time multifuncional, buscando o consenso na priorização dos itens. Nesta metodologia é definida a relação cliente-fornecedor da área, onde os problemas são classificados em categorias e priorizados de acordo com um critério pré-estabelecido para que todas as ações corretivas sejam consensadas entre o time multifuncional. Os times multifuncionais são definidos baseando-se nos

assuntos técnicos que impactam o desempenho de uma área produtiva. Exemplo da composição de um time multifuncional na empresa: Líder de Grupo de Operações, Líder de Grupo de Manutenção, Líder de Grupo de Logística, Engenheiro de Manufatura, Engenheiro de Controle Eletrônico, Engenheiro de Qualidade, Engenheiro de Fábrica e Engenheiro de Ferramentas.

Alguns dados auxiliam na tomada de decisão dos itens que irão compor o formulário do “*Top 5*” (ver figura 12), tais como: quantidade de peças refugadas; motivo de rejeição de peças, número de horas paradas devido às falhas de equipamento, tipos de falhas que geram paradas; gravidade e quantidade de acidentes de trabalho; situações de risco, reclamações de clientes (interno e externo), etc. Para cada assunto selecionado é definido um responsável, que tem a tarefa de coordenar as atividades para a resolução do problema.

Nas reuniões semanais subseqüentes é feito o *follow up* da implementação das ações. Discussões específicas sobre algum assunto são feitas fora desta reunião.

Nesta reunião também são discutidos os formulários SP, já mencionados anteriormente, onde cada item em aberto no formulário do “*Top 5*” corresponde a uma SP detalhada.

FIGURA 12 – FORMULÁRIO DA REUNIÃO DE “TOP 5”

The diagram shows a complex form titled 'FORMULÁRIO DA REUNIÃO DE "TOP 5"'. It is divided into several sections, each highlighted by a yellow callout box:

- Custo, entrega, ...**: Points to the top left section of the form.
- Problema**: Points to the section on the left side of the main table.
- Causa Raiz**: Points to the section in the middle of the main table.
- Contramedidas**: Points to the section on the right side of the main table.
- Status**: Points to the top right section of the form.
- Responsável**: Points to the section on the far right of the main table.
- Time Multifuncional**: Points to a section at the bottom left of the form.
- Lista de presença semanal**: Points to a section at the bottom right of the form.

The main body of the form is a large table with multiple columns and rows, containing handwritten text and data. The table is organized into sections corresponding to the callouts.

Em cada início e final de turno, o time multifuncional de cada linha de produção se reúne em frente ao quadro (ver figura 13) para serem discutidos os problemas referentes as paradas de máquinas e as suas possíveis causas ocorridas no turno anterior. Esta reunião dura em média 10 minutos, sendo conduzida por um líder de operador ou líder de grupo, onde participa também a gerência de operações, para definir a responsabilidade de cada ação a ser tomada para solução dos problemas apresentados. Já a reunião no final do turno é realizada para verificar se as ações adotadas foram suficientes ou terão que continuar sendo executadas no turno seguinte. Esta reunião acontece em todas as linhas produtivas em diferentes horários para que a gerência possa participar.

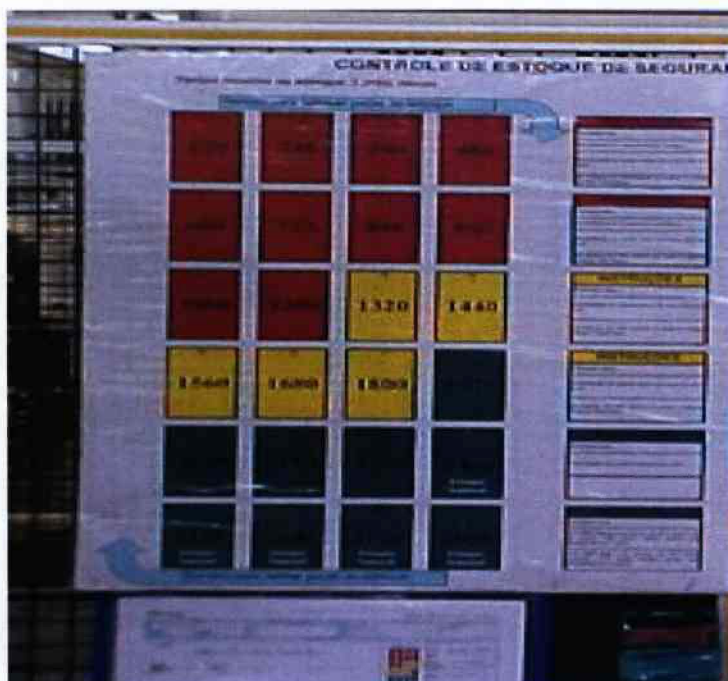
Este quadro apresenta também o valor de produção real de hora em hora para que possa ser comparado com o valor de programação diária, ou seja, a programação do que deveria ser atingido até a hora presente, buscando desta maneira orientar o time de operações a atingir o objetivo de produção no final do turno, e também sendo utilizado como base de cálculo para eficiência diária da linha.

FIGURA 13 – QUADRO DE REUNIÃO PARA INICIO E FINAL DO TURNO DE PRODUÇÃO



Um outro ponto importante a ser observado é justamente a relação entre a cadeia fornecedor/cliente interna e a teoria do *Just In Time*. Todas as linhas de usinagem possuem em sua área final, estoques reguladores de componentes usinados para a linha de montagem. Estes estoques são controlados por cartões pelos líderes da área, conforme pode ser observado na figura 14. Assim que a quantidade de material usinado (quantidade esta determinada pela programação diária de produção de motores prontos – PCP) é atingida pela linha de usinagem, esta imediatamente pára de produzir. Os componentes produzidos pelas linhas de usinagem são diariamente entregues à linha de montagem, conforme a quantidade e o tipo necessário naquele momento, seguindo o sentido do fluxo já apresentado na figura 8 (sentido das setas). Os cartões vermelhos significam que o nível de estoque está abaixo do estipulado (nível emergencial), os cartões amarelos significam que o nível está satisfatório (nível de alerta) e os cartões verdes significam que o nível está suficiente (nível completo). O cartão presente no quadro significa que o *pallet* de componentes prontos está ausente do estoque (um *pallet* é composto por aproximadamente 40 componentes acabados e prontos, quantidade esta que varia de linha para linha de produção).

FIGURA 14 – CONTROLE DE ESTOQUE DE SEGURANÇA NO FINAL DA LINHA DE PRODUÇÃO



6 ALGUMAS DAS FERRAMENTAS SUPOSTADAS PELO SISTEMA TBS DA EMPRESA

Neste capítulo procura-se identificar a utilização de algumas ferramentas já citadas na parte teórica deste trabalho, verificando a sua implementação e de modo sistêmico o funcionamento básico das mesmas. O detalhamento minucioso de cada ferramenta não faz parte do escopo deste trabalho, mas sim, a utilização dos conceitos do Sistema Toyota de Produção.

6.1 O SISTEMA KANBAN NA EMPRESA

A empresa em análise apresenta em sua concepção dois tipos principais de Kanban's: interno e o externo. O Kanban interno é basicamente usado para alimentar a linha de montagem e algumas máquinas da linha de usinagem (como por exemplo: na linha de usinagem de biela, a operação 40 requer que seja carregada com parafusos). Já o Kanban externo é utilizado em duas condições: uma para a alimentação de material bruto (bloco, cabeçote, biela e virabrequim) pelo fornecedor à linha de usinagem, através de pedidos de carga de caminhões; e a outra para a entrega de componentes de fornecedores externos para abastecimento do estoque da área de logística.

Através da figura 15 podemos comentar a existência de um controle de pedido de material bruto para o início de cada linha de usinagem. O seu funcionamento se dá através de um Kanban simples e direto categorizado como externo, ou seja, quando um certo nível de estoque é atingido, um cartão de pedido é enviado a área de logística, indicando a necessidade de material (por exemplo, se o estoque de material na linha de usinagem do cabeçote estiver menor ou igual a dois caminhões completos, inicia-se o processo de um novo pedido de material – Kanban localizado no escritório interno da transportadora terceirizada, ver a figura 16).

Cada *pallet* contém um tipo de cartão que, quando este estiver vazio (*pallet* totalmente utilizado, sem qualquer material); o seu cartão é colocado em uma caixa conforme indica a figura 15 (canto superior esquerdo - indicação das setas vermelhas).

A marcação verde significa que ao atingir o seu nível superior tem-se a necessidade do pedido de um novo caminhão de material (a coluna é formado pelo empilhamento de cartões retirados de cada *pallet* utilizado, significando que ao atingir o topo do nível vermelho todos os *pallets* já foram utilizados).

Quando o nível de estoque decresce ainda mais sem a entrega do pedido já enviado (nível da caixa indo do amarelo para o vermelho), é acionado algumas pessoas do time multifuncional da linha de produção, seguindo uma certa ordem crescente de responsabilidade, tais quais: operador (nível verde – inferior ao topo), Líder de Operador (nível verde - topo), Líder de Grupo (nível amarelo) e Gerência (próximo ao topo do nível vermelho). Se ocorrer o nível vermelho, a gerência responsável pela área de operações deverá solucionar o problema perante a área de logística e o fornecedor; para que se evite uma possível parada imediata da linha de produção.

FIGURA 15 – ALIMENTAÇÃO DE MATERIAL BRUTO NAS ENTRADAS DAS LINHAS DE USINAGEM

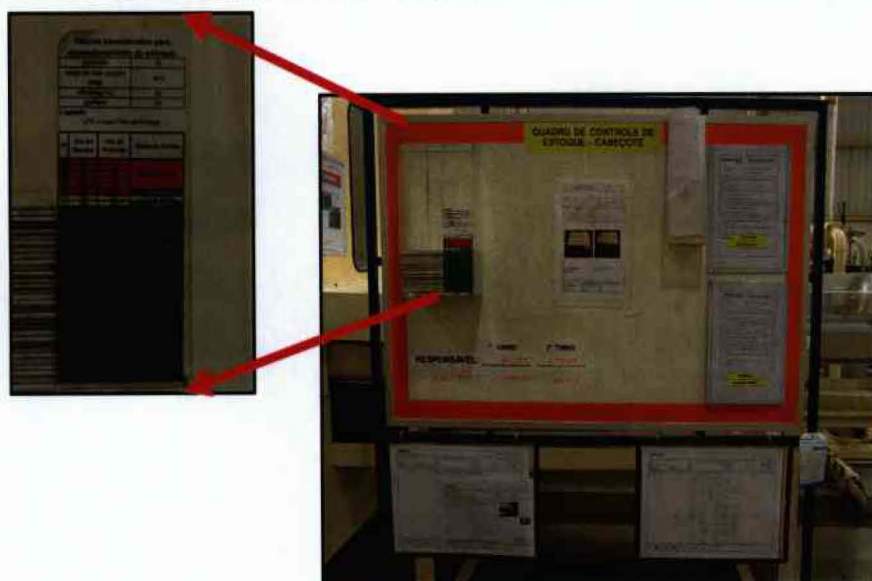


FIGURA 16 – QUADRO DE PEDIDO DE CAMINHÃO PARA ALIMENTAÇÃO DAS LINHAS DE USINAGEM, NA ÁREA DE LOGÍSTICA



Já o sistema de Kanban interno utilizado pela empresa em análise, pode ser observado através da figura 17. Este sistema é muito utilizado no abastecimento de material na linha de montagem do motor, como por exemplo, abastecimento de: bobinas de ignição, coletores de admissão, vedações, etc.

Toda vez que um lote de material é utilizado, retira-se o cartão de Kanban contido no lote para que seja imediatamente posto em local apropriado (ver figura 18), onde a pessoa responsável pela rota retira e leva consigo o cartão (são pessoas que conduzem um carrinho como se fosse uma pequena “locomotiva”, chamados de rebocadores – ver figura 19).

Este rebocador entrega o cartão a um responsável na área de logística (controle de material) para que se possa, em seguida, retirar do estoque o material equivalente a descrição contido no cartão em questão (ver figura 20). Este material é posto em um dos “vagões” e encaminhado para a área de montagem (manufatura), onde o próprio rebocador da rota depositando-o no local pré-determinado (ver figura 21), fechando assim o ciclo do Kanban interno.

Esta rotas mencionadas possuem caminhos e horários pré-estabelecidos, sendo que: Rota 1 de meia em meia hora, Rota 2 de hora em hora e Rota 3 de duas

em duas horas.

As rotas especificadas na empresa só poderão retirar os cartões respectivos a sua cor, ou seja, a rota 1 só poderá retirar os cartões de Kanban na cor verde, a rota 2 retira os cartões de Kanban de cor branca e a rota 3 retira os de cor azul.

FIGURA 17 – SISTEMA DE KANBAN - INTERNO

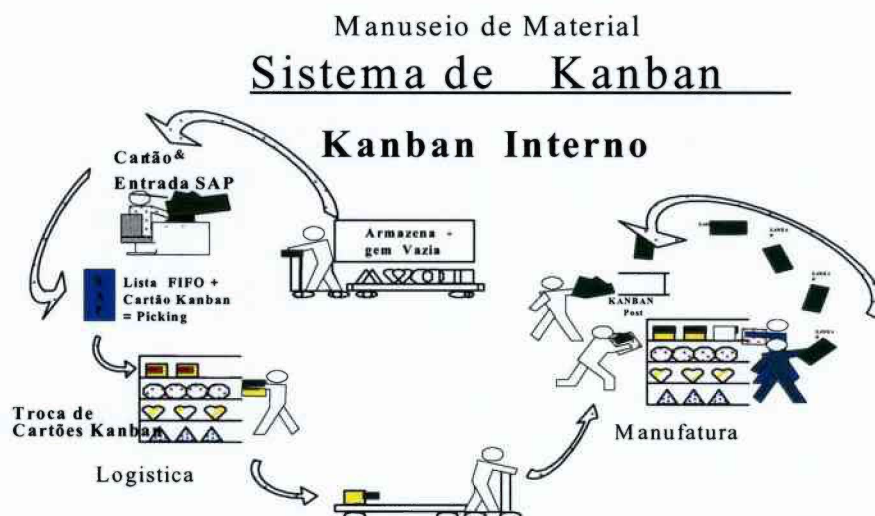


FIGURA 18 – PEDESTAL DO CARTÃO KANBAN PARA O REBOCADOR



FIGURA 19 – CARRINHO TIPO “LOCOMOTIVA” CONDUZIDA PELO REBOCADOR



FIGURA 20 – MATERIAL EM ESTOQUE, TIPO “SUPERMERCADO”

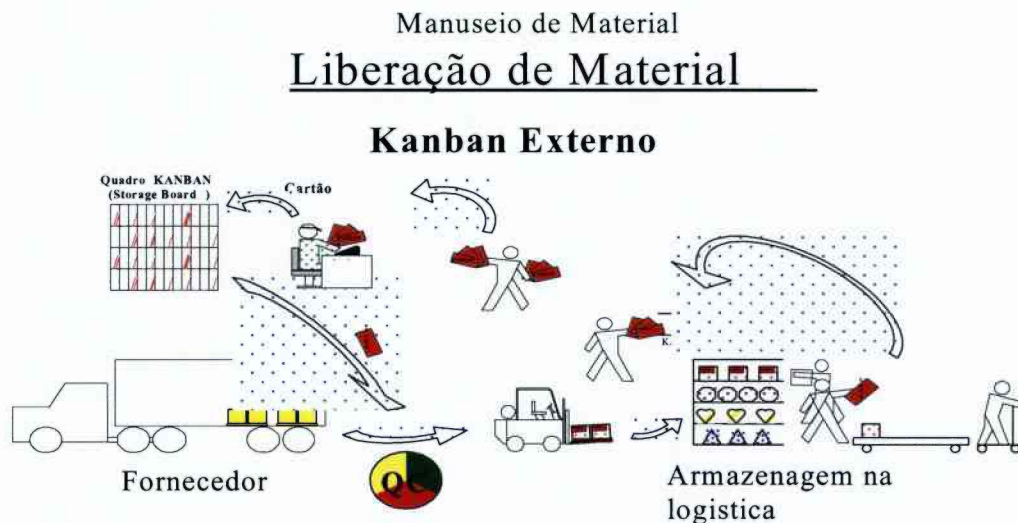


FIGURA 21 – MATERIAL PARA A LINHA DE MONTAGEM EM SISTEMA DE KANBAN



O sistema de kanban externo da figura 22 nos apresenta o ciclo de entrega de material proveniente de um fornecedor externo para alimentação do estoque na área de logística, para posteriormente serem utilizados nas linhas de produção.

FIGURA 22 – SISTEMA DE KANBAN - EXTERNO



Quando o rebocador retira um determinado material da área de estoque (área da logística chamado anteriormente de “supermercado” – ver figura 20) realizando parte do kanban interno (explicado anteriormente), o cartão de Kanban externo contido neste lote de material é posto em um local apropriado. Este cartão é levado e colocado por uma pessoa da logística em quadro de Kanban, pertencente a transportadora terceirizada da empresa em questão, conforme mostra a figura 23.

FIGURA 23 – QUADRO DE KANBAN EXTERNO DA TRANSPORTADORA



Dependendo do número de cartões de Kanban's externos existentes neste quadro, a pessoa responsável pelo transporte aciona a vinda do material, via transportadora (por exemplo, o material chamado de balancin é acionado a sua vinda, quando tiver mais que três cartões com a sua descrição no quadro de Kanban da transportadora).

Assim que o lote de material é recebido na empresa, o cartão de Kanban externo correspondente a este material é anexado junto e levado ao local apropriado do estoque ('supermercado'), conforme a figura 24. Fechando assim o ciclo do Kanban externo.

FIGURA 24 – RETIRADA DE MATERIAL DO ESTOQUE PELO REBOCADOR



O material recebido de fornecedores externos são verificados em quantidade de amostras já pré-estabelecidas pela área de qualidade da empresa, podendo chegar até em 100% de amostragem do material. Geralmente o lote de material é verificado por amostras, principalmente quando o fornecedores são categorizados pela garantia de qualidade assegurada, muito utilizada nas empresas automobilísticas.

6.2 DISPOSITIVOS À PROVA DE ERROS: POKA YOKE

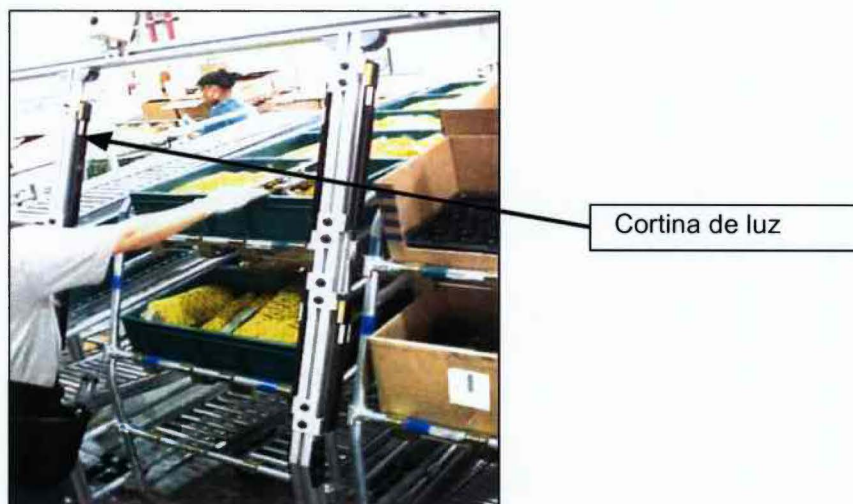
A empresa apresenta em suas linhas de produção vários tipos de *Poka Yoke* que impedem que as peças sejam usinadas ou montadas de forma incorreta, evitando assim, possíveis colisões (perda por custo e entrega) ou má qualidade no produto final (motor). A maioria é composta por *Poka Yoke* de controle.

Os círculos na figura 25a mostram os únicos furos que os pinos, circulados na foto 25b, podem encaixar. Os furos ficam de um mesmo lado do cabeçote, assim como os pinos também ficam no bloco, evitando que o cabeçote seja montado invertido no bloco (*Poka Yoke* que previne o erro no produto - Controle).

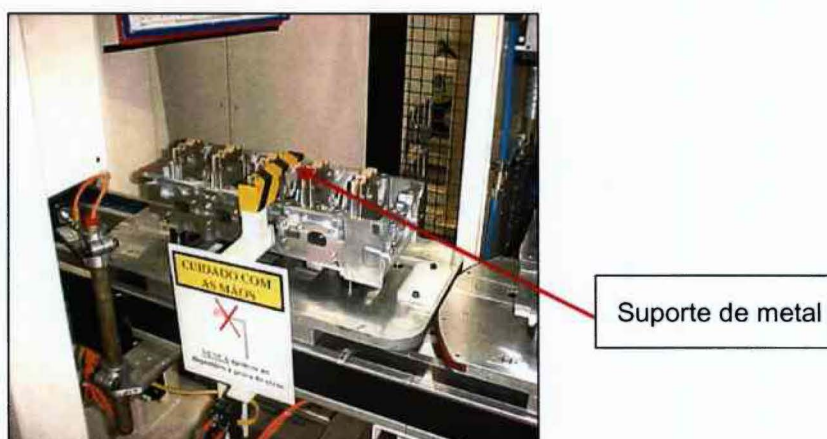
FIGURAS 25A E 25B – POKA YOKE ENTRE BLOCO E CABEÇOTE



A linha de montagem tem diferentes tipos de motores e existem vários postos de trabalhos (estações) que visam, através da cortina de luz, garantir que o operador retire somente o componente da caixa verde (ver figura 26) correspondente ao motor em processo, evitando assim que se faça a retirada e a instalação de um componente não adequado ao tipo do motor presente na estação de trabalho. A cortina de luz faz o papel de *Poka Yoke* de controle.

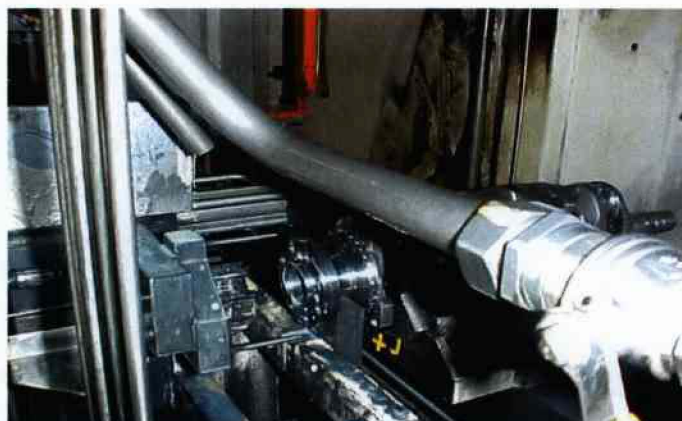
FIGURA 26 – *POKA YOKE* NA LINHA DE MONTAGEM

A figura 27 nos apresenta um *Poka Yoke* de controle que evita que uma peça usinada (cabeçote) entre na máquina na posição incorreta, eliminando qualquer possibilidade de ocorrência de colisão interna com a máquina.

FIGURA 27 – *POKA YOKE* NA LINHA DE USINAGEM

O *Poka Yoke* que a figura 28 apresenta é do tipo de controle onde é verificado a existência dos furos no lado da flange do virabrequim. Este controle se encontra internamente a máquina (operação 80 estação 14 da linha do virabrequim), onde são verificados 100% dos virabrequins e se caso ocorra a atuação deste *Poka Yoke* (não existência de furos) a máquina pára imediatamente, indicando uma mensagem de falha em seu console de partida, assim como a indicação no *Andon*.

FIGURA 28 – POKE YOKE INTERNO DE CONTROLE DOS FUROS DO VIRABREQUIM



6.3 A ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NA EMPRESA: 5 S

A empresa apresenta na sua organização do trabalho fortes destaques para a padronização, conforme já visto no item de estrutura do sistema de produção TBS, onde existem as ITP's (instrução de trabalho padronizada) em todos os processos que exista interação do operador com execução de trabalho.

A gestão da organização do 5S foi denominada pela empresa de Programa 5 Selos, onde busca atingir, através de verificações semanais, as conformidades com a teoria do Sistema Toyota de Produção relacionada ao 5S.

A figura 29 nos permite observar a preocupação da empresa com a separação do lixo produzido, onde além de minimizar os impactos com meio ambiente (a empresa possui a certificação ISO14000), ela procura enviar o lixo reciclável para as empresas especializadas nesta questão.

FIGURA 29 – PADRONIZAÇÃO COM CÓDIGO DE CORES NAS LIXEIRAS



A figura 30 apresenta um quadro de dispositivos e de vedações utilizados na linha de montagem. A principal função deste quadro é promover a rápida substituição de um dispositivo deficiente na produção por um novo, disponível no quadro em questão (por exemplo: dispositivo est. 42 OK). Nota-se facilmente a organização e a identificação dos dispositivos para sua realocação na produção. O dispositivo deficiente retirado da produção é posto no quadro (por exemplo: dispositivo est. 42 NOK) para ser levado pela equipe de manutenção ao reparo ou a compra de um novo.

FIGURA 30 – QUADRO DE SUBSTITUIÇÃO DE DISPOSITIVO



Quadro de substituição de parafusadeiras utilizadas na linha de montagem, que pode ser observada na figura 31, utiliza-se da mesma idéia do quadro de substituição de dispositivo, comentado anteriormente. Neste quadro podemos encontrar várias parafusadeiras completas na condição de nova ou reparada, assim como, algumas de suas partes isoladas constituintes (por exemplo: cabeçote da parafusadeiras).

NA FIGURA 31 – QUADRO DE SUBSTITUIÇÃO DE PARAFUSADEIRAS



Em ambos os casos citados anteriormente, a verificação da presença do senso de utilização (deixando no local somente equipamento a ser utilizado) e o senso de localização adequado de cada equipamento (um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar), permitem que se faça a substituição do componente defeituoso por um outro em condições de operações em um curto espaço de tempo, evitando a ocorrência por perda de tempo na parada de produção. A substituição é executada pela própria equipe de operação, sem a necessidade imediata da manutenção. A equipe de manutenção assume a responsabilidade da reposição de um outro componente em condições de operação nos quadros apresentados.

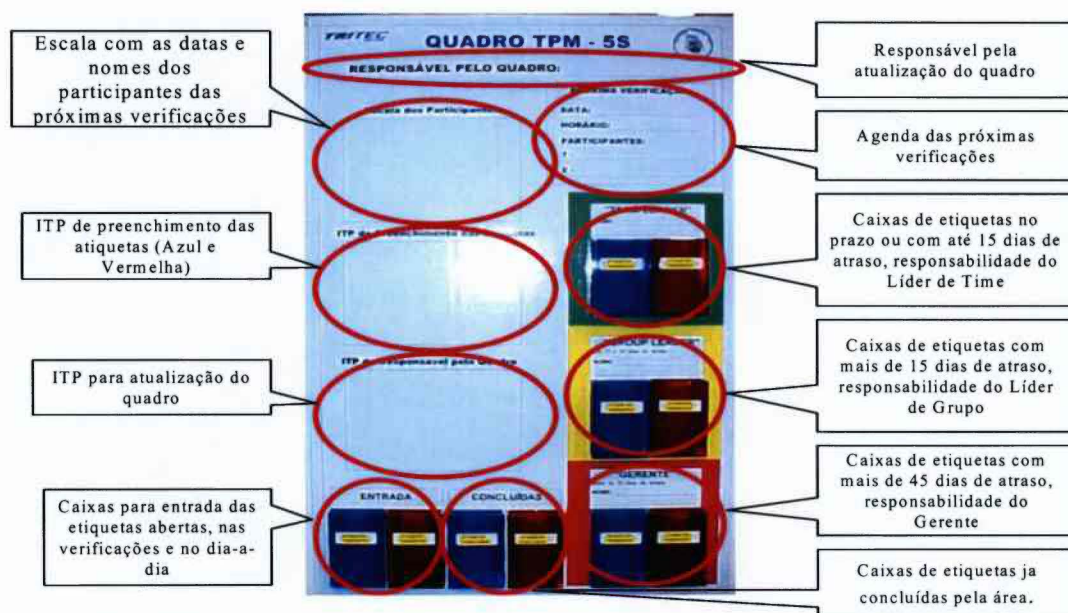
O quadro de responsabilidade da equipe de manutenção apresentado na figura 32, nos permite observar a organização da distribuição de responsabilidade (senso de autodisciplina), orientando as pessoas da equipe a executarem as tarefas relacionadas às soluções dos problemas encontrados, com definições de prazo. Cada linha de produção existe um quadro como este, onde o Líder de Manutenção é o responsável em gerenciar as atividades a serem executadas. Neste quadro existem as etiquetas que são criadas por qualquer pessoa da empresa que observe algo que não esteja em conformidade com a política da empresa. Estas etiquetas são em duas vias, sendo uma delas afixada no local ou no equipamento que se encontra

inadequado, e a outra é colocada neste quadro. Dependendo do problema encontrado, a equipe de manutenção repassa-o ao responsável pela execução da tarefa. Por exemplo, se for encontrado um problema relacionado a segurança no local de trabalho, este é direcionado ao engenheiro de segurança da empresa. Caso se fosse encontrado um problema de manutenção ou de operação, o problema seria encaminhado para a própria manutenção ou para a equipe de operação, respectivamente.

Como podemos observar também que, as caixas na cor azul indicam que a(s) etiqueta(s) continuam em aberto (problema não resolvido) e as caixas de cor vermelha indicam que o problema foi solucionado.

O aumento do prazo na solução do problema ocasiona o redirecionamento da responsabilidade do “*follow up*” para fechamento dos problemas em abertos. Neste caso inicia-se pelo Líder de Operador indo a Gerência.

FIGURA 32 – QUADRO DE MANUTENÇÃO – 5S

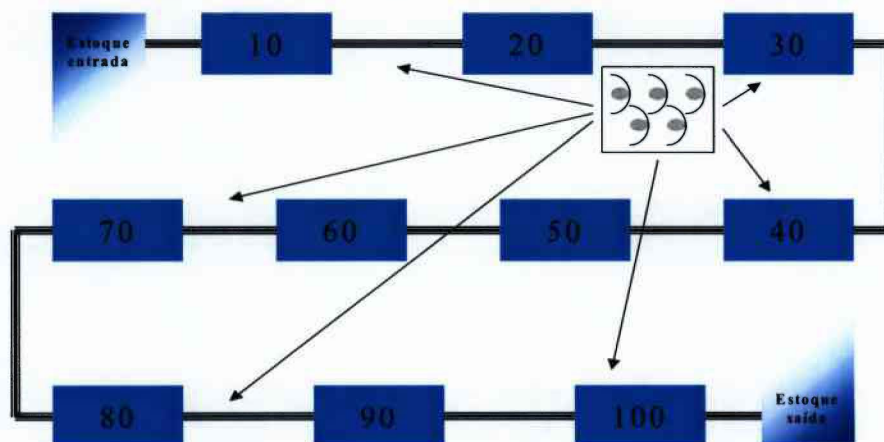


6.4 A COMUNICAÇÃO VISUAL NAS LINHAS DE PRODUÇÃO: *ANDON*

Uma das ferramentas mais comum usada na comunicação visual no Sistema Toyota de Produção e na empresa em questão é o *Andon Board*, ou simplesmente *Andon*.

A partir do momento em que as linhas de usinagem ou de montagem se tornaram automáticas, tornou-se desnecessário ter uma pessoa para cada máquina. Então, um sistema teve que ser desenvolvido para coletar e mostrar as informações necessárias a provenientes de cada máquina, de modo que os operadores pudessem gerenciar sua linha de produção. Para atender esta finalidade, é que Painel *Andon* foi desenvolvido, conforme mostra a ilustração da figura 33.

FIGURA 33 - OPERAÇÃO POR ÁREA CENTRAL (*ANDON*)

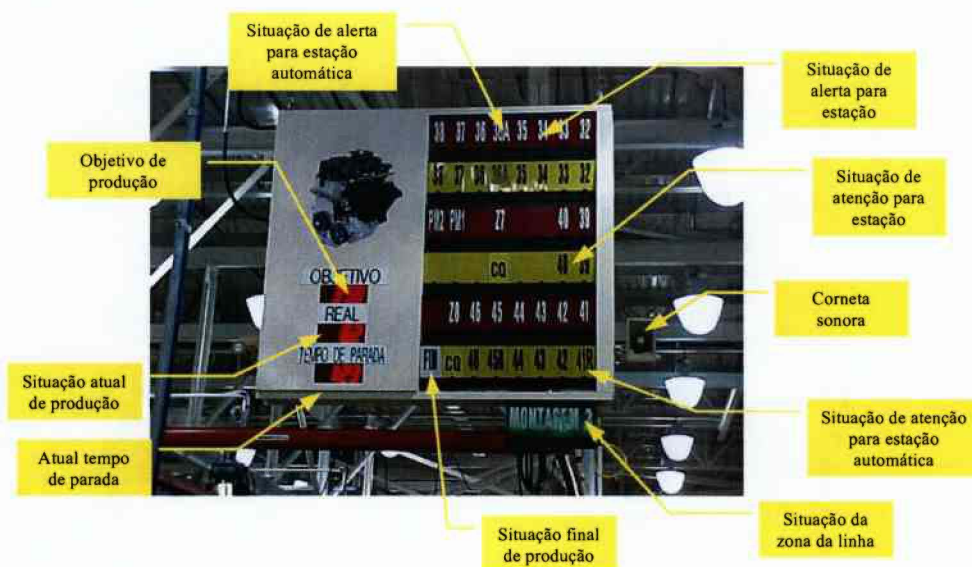


O sistema *Andon* serve para dar Instruções de trabalho; o operador realiza seu trabalho padronizado baseado nas informações recebidas através do *Andon*.

O sistema *Andon* é uma ferramenta para resolver problemas; que são rapidamente apontados a partir de sua origem.

6.4.1 SISTEMA ANDON DA LINHA DE MONTAGEM

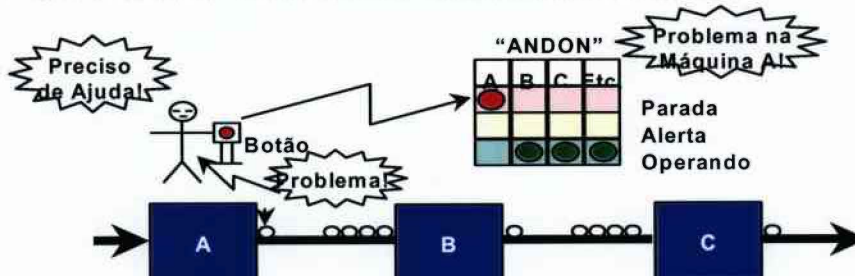
FIGURA 34 – SISTEMA DE *ANDON* DA LINHA DE MONTAGEM



Através de uma análise do seu funcionamento no cotidiano da empresa, podemos dizer que o Andon da linha de montagem (figura 34), nos indica:

- Situação atual de produção;
- Objetivo de produção;
- Quando todas as estações estão normais, a luz verde do nome da linha está acesa para mostrar que o *Andon* está funcionando/ligado;
- Sempre que ocorre qualquer falha na estação (ou máquina), a luz vermelha sólida é ativada;
- Quando o operador tem um problema ele aciona o *Andon* através do botão (luz vermelha sólida acende e música contínua toca), conforme ilustra a figura 35;

FIGURA 35 – OPERADOR SINALIZANDO PROBLEMA NA LINHA DE PRODUÇÃO



- O operador Líder ouve a música, vê em qual estação a luz vermelha sólida está acesa e vai ajudar o operador;
- Se o operador ou o Líder controlam problema acionam *Andon* (música pára e luz vermelha apaga);
- Se o operador e o Líder não controlam problema o *pallet* pára no fim da estação e automaticamente aciona *Andon* (música contínua toca, luz amarela e vermelha sólidas acesas);
- Quando uma estação manual tem tempo de ciclo excedido por falta de sinal OK da parafusadeira ou da cortina de luz, acende a luz vermelha sólida com o nome da estação e também a luz vermelha sólida com o nome da zona, e não toca música contínua;
- Quando existe uma condição insegura ou uma necessidade da linha parar urgentemente, é acionada a parada de emergência por zona, então acende uma luz vermelha sólida com o nome da zona e não toca a música contínua;
- Quando a máquina está parada ou rodou com tempo de ciclo alto, isto é, indicado com luz vermelha sólida o nome da zona e sem música.

Para mostrar o Objetivo de Produção da linha no dia tem um display que mostra esta informação. Assim também é mostrado, em outro display, o Real de Produção da linha até o momento. Após algum tempo (+/- 15 seg.) aparecem outras informações no local destas: aonde estava objetivo agora aparece Objetivo de Produção da linha no momento e aonde estava o real de produção agora aparece Produção Que Ainda Falta. Estas informações aparecem piscando durante um pequeno tempo (+/- 5 seg.) quando, em seguida os dois displays mostram as informações iniciais. Num terceiro display é mostrado de forma contínua, o tempo de parada e eficiência da linha, conforme as setas na figura 36.

FIGURA 36 – INDICAÇÕES ESPECIAIS DO ANDON DA LINHA DE MONTAGEM



Quando o real de produção for igual ao objetivo acende a luz branca sólida escrita “FIN” (final) em letras pretas indicando término de produção (não toca música).

6.4.2 SISTEMA ANDON DA LINHA DE USINAGEM

Para os Andon da linha de usinagem (ver figura 37), a explanação sobre o seu funcionamento é semelhante ao da montagem, porém com algumas modificações e um pouco mais simplificado, como por exemplo: não existe nenhum tipo de som (corneta), não há indicação de tempo de parada e quando o amarelo está aceso indica que a troca de ferramenta da operação está próxima ou já foi atingido a sua vida útil, ou ainda um nível baixo de reabastecimento externo, como por exemplo: de parafusos.

FIGURA 37 – SISTEMA DE ANDON DA LINHA DE USINAGEM



Existem algumas indicações especiais, quando aceso, tais como:

- REF 1: alerta de nível baixo do sistema de refrigeração (óleo de corte usado juntamente com as ferramentas de usinagem – *coolant*);
 - MAT: alerta de nível baixo de material bruto na entrada da linha de produção;
 - CHV: pedido de checagem visual no final da linha de produção;
 - CQ: controle de qualidade ativado;
 - CH: esteira final cheia de peças acabadas;
 - CN: sistema de coletor de névoa com problema;
- Etc.

6.4.3 SISTEMA ANDON DA ÁREA DE LOGÍSTICA

Um outro tipo de *Andon*, utilizado na empresa em estudo, é indicação da necessidade de empilhadeira no transporte de motor pronto no final da linha de montagem.

Conforme podemos observar na figura 38 é um tipo de Andon simplificado (sinalizador), onde tem a seguinte informação:

- Quando a luz vermelha está piscante e um alarme sonoro é ativado significa que a área provisória de estocagem no final da linha de montagem está cheia, provocando a parada imediata da linha de produção. Neste caso o transporte executado pela empilhadeira deve ser feito de imediato;
- Quando a luz amarela está piscante significa que existe um *pallet* completo de motores prontos (um *pallet* contém doze motores) aguardando o transporte da linha de montagem para a área de logística (área responsável pelo armazenamento e envio do produto (motor) ao cliente final); executado pela empilhadeira da área;
- Quando a luz verde está piscante significa que não há nenhum *pallet* de motor disponível para o transporte.

Este tipo de *Andon* permitiu que a empilhadeira fosse utilizada em outros serviços, reduzindo a sua ociosidade, principalmente quando a linha de montagem não tiver a necessidade deste transporte.

FIGURA 38 – SISTEMA DE *ANDON* NA ÁREA DE LOGÍSTICA



6.5 O PROCESSO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS NA EMPRESA

Dentro das diversas interpretações do uso da filosofia do Sistema Toyota de Produção nas empresas de manufatura, este item tem por objetivo apresentar e analisar metodologias da aplicação desses conceitos no gerenciamento de ferramentas de corte na empresa em questão. Nesse sentido, o Sistema Toyota de Produção tem a finalidade de dar subsídios às metodologias de redução de estoque das ferramentas de corte, padronização dos fluxos internos entre as linhas de fabricação e o setor responsável pelo gerenciamento das mesmas e, por fim, proporcionar confiabilidade à sistemática de alimentação das ferramentas de corte às áreas de produção, em especial às máquinas-ferramentas. Outro aspecto relevante diz respeito à análise do fluxo de informação entre os diversos setores usuários das ferramentas de corte, isto é, devem-se obedecer criteriosamente os fundamentos do Sistema Toyota de Produção para obter-se êxito nas relações internas entre clientes e fornecedores.

A seguir serão discutidos os principais aspectos relacionados ao TPS (*Toyota Production System*) no gerenciamento de ferramentas de corte em uma fábrica de grande porte que utiliza linhas de usinagem no seu processo fabril.

6.5.1 SISTEMA DE ESTOQUE

O dimensionamento é feito de forma a manter uma quantidade mínima de ferramentas e componentes, procurando manter o controle da estabilidade das requisições para que os fornecedores possam estar preparados para atender as suas necessidades de demanda.

Em relação à alocação física, o local onde as ferramentas são armazenadas deve permitir uma rápida visualização dos pontos de reabastecimento, ou seja, manter controles visuais, evitando-se o uso de armários ou locais onde não se permita “ver” as ferramentas (figura 39).

FIGURA 39 - EXEMPLO DE ALOJAMENTO PARA FERRAMENTAS DE CORTE



Esse fator permite o duplo controle do sistema, pois os sistemas informatizados são muito importantes no processo, porém, pode-se ter maior confiabilidade no sistema quando é possível acompanhar o fluxo sem o auxílio de listagens e relatórios.

Mesmo existindo ferramentas que possam ser aplicadas em outras operações do processo de fabricação, recomenda-se que a alocação seja feita operação por operação, evitando-se o agrupamento dos itens iguais (figura 40).

FIGURA 40 - DISTINÇÃO ENTRE OPERAÇÕES DISTINTAS NO ALOJAMENTO DE FERRAMENTAS DE CORTE SIMILARES



6.5.2 FLUXO PARA RECEBIMENTO DE FERRAMENTAS DE CORTE NO ESTOQUE

As requisições são realizadas de acordo com o consumo, portanto, sempre são recebidos pequenos lotes de ferramentas com alta frequência de entrada.

A responsabilidade pelo controle dimensional é do fornecedor, porém, sempre são realizadas inspeções nos lotes, com amostragem mínima de uma peça e máxima de 10% do lote.

Nesse processo, é importante que o fornecedor seja valorizado pelo seu desempenho através do estabelecimento de critérios comparativos e qualitativos, onde o fornecedor é medido através da sua performance em tempo de entrega e qualidade do produto.

Isso é de extrema importância, pois como os estoques são reduzidos, eventuais atrasos ou problemas de qualidade, poderão afetar significativamente os resultados do sistema de gerenciamento.

É em função dessas variáveis que se estipulam padrões mínimos de segurança em relação ao estoque, que sempre devem estar balizados na vida da ferramenta, tempo de processamento das requisições na empresa e no fornecedor, assim como tempo de envio no caso de ferramentas importadas.

A flexibilidade pode ser maior ou menor dependendo da padronização das ferramentas, pois quando se utiliza ferramentas *standard*, a flexibilidade do estoque

é bem maior, fato que não ocorre quando se utilizam ferramentas especiais.

Com relação ao prazo de entrega é importante observar se existem itens importados, pois eventuais variáveis no sistema podem ter impacto direto na disponibilização do item seja por efeito de traslado ou de alfândega.

6.5.3 REQUISIÇÃO DE FERRAMENTAS PARA AS LINHAS DE PRODUÇÃO

Dentro do sistema de trabalho concebido para o fluxo de ferramentas de corte com base no Sistema Toyota de Produção, aplicam-se os conceitos abaixo descritos:

Toda operação unitária de usinagem é composta por 3 *set's* (conjuntos) de ferramentas (figura 41), as quais giram dentro do fluxo de produção. Isso quer dizer:

- 1 *set* está em trabalho na máquina;
- 1 *set* fica do lado da máquina, aguardando o final da vida útil da ferramenta que está em operação;
- 1 *set* encontra-se na área de preparação e *preset* das ferramentas de corte;

FIGURA 41 - CONJUNTO DE FERRAMENTAS DE CORTE DE UMA MESMA OPERAÇÃO DE USINAGEM: FERRAMENTA NA PRATELEIRA – VERDE, DISPONÍVEL PARA USO E VERMELHO, ALOCADA PARA TROCA

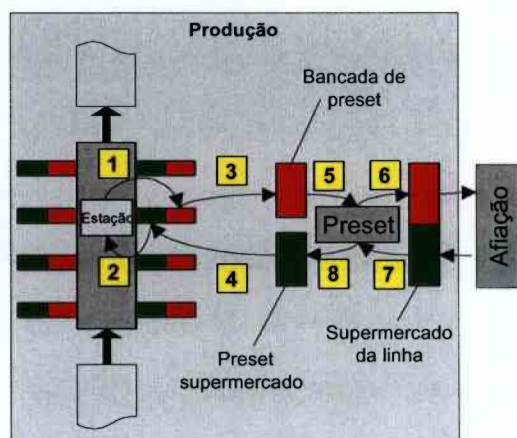


A vida útil das ferramentas é o fator principal para determinar a frequência de giro do sistema e como deve ser feito o dimensionamento da mão-de-obra para

esse trabalho, assim como a sua alocação em função dos diversos processos existentes na área de *preset* e afiação de ferramentas.

Outro fator importante é como devem ficar dispostas as ferramentas em cada fase do fluxo. Seguindo-se o conceito do auxílio visual e da comunicação binária, o estabelecimento dos locais com cores padronizadas é mais fácil para ser entendido por qualquer usuário que utilize o sistema. Por exemplo, todas as ferramentas que estiverem do lado da máquina numa alocação de cor “verde”, são ferramentas que estão de acordo com as especificações de processo e podem ser utilizadas na operação de usinagem. Ao contrário, ferramentas dispostas em uma alocação “vermelha”, são ferramentas que já foram utilizadas e devem ser encaminhadas para a área de preparação e *preset* para serem revisadas e colocadas em condição de nova utilização, alocando-as novamente na posição “verde” (figura 42).

FIGURA 42 – FLUXO DA FERRAMENTA DE CORTE BASEADO NO TPS



Analisando o fluxo ilustrado na figura 42 tem os seguintes passos:

- 1) A ferramenta cumpriu a sua vida útil. O operador retira a ferramenta da máquina e disponibiliza a mesma no suporte de ferramentas vermelho, figura 43 (1º set);
- 2) O operador retira a ferramenta do lado verde do suporte e monta na máquina, figura 43 (2º set);

- 3) O operador encaminha a ferramenta usada para a área de *preset*. A mesma fica disponível na prateleira aguardando o procedimento de desmontagem e limpeza, lado vermelho (figura 44);
- 4) O operador da área de ajustagem retira uma outra ferramenta ajustada da prateleira verde e disponibiliza a mesma ao lado da máquina, figura 44 alojamento verde (3º set);
- 5) O operador desmonta a ferramenta e efetua a operação de lavagem e limpeza dos adaptadores;
- 6) Nesta etapa a ferramenta é substituída no caso de insertos ou reafiada no caso de ferramentas inteiriças;
- 7) Alocam-se as ferramentas que já haviam sido disponibilizadas pela área de afiação (ferramentas em condição de uso – verde);
- 8) Montagem da ferramenta nos adaptadores e realização do *preset*. Disponibiliza-se a ferramenta na prateleira verde da área de *preset*.

FIGURA 43 – FERRAMENTAS AGUARDANDO TRANSLADO PARA ÁREA DE TROCA

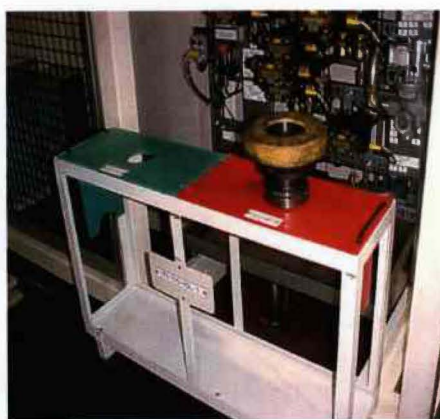


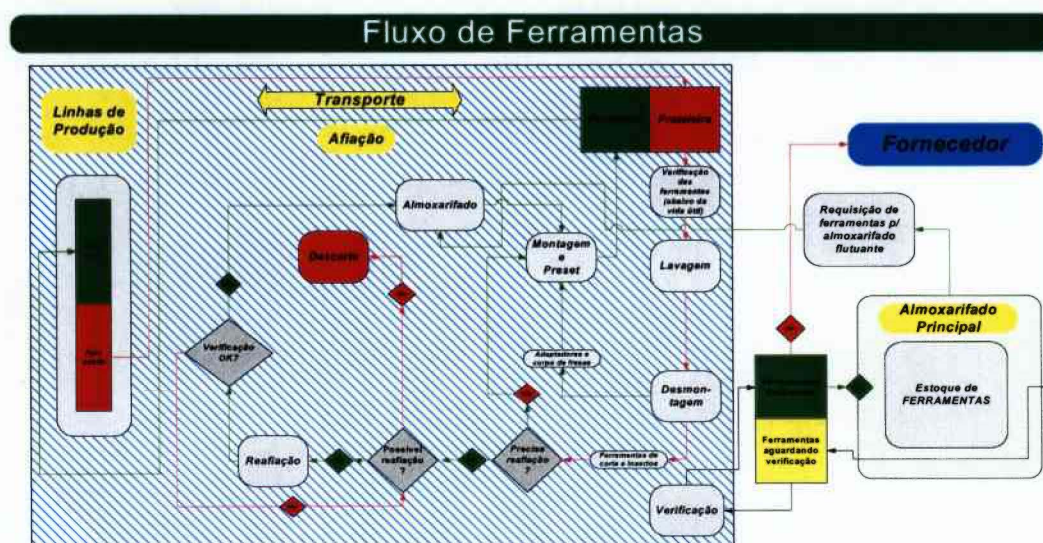
FIGURA 44 – FERRAMENTAS AGUARDANDO SEREM AJUSTADAS NO LADO VERMELHO E FERRAMENTAS AJUSTADAS NO LADO VERDE



O importante nesse sistema é que não existem papéis ou controle de apontamento, seja na produção ou na área de *preset*. Somente as ocorrências de solicitação ao almoxarifado e falhas ocorridas no processo devem ser relatadas.

Em função da alocação de mão-de-obra e do tempo de giro das ferramentas, deve-se adequar a frequência de coleta das ferramentas nas linhas de produção, onde o percurso deve ser sempre único e os locais de recolhimento pré-definidos na concepção do sistema. A figura 45 apresenta o fluxo interno das ferramentas de corte.

FIGURA 45 – FLUXO DE FERRAMENTAS DE CORTE EM UM SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO



O fluxo representa as atividades básicas desenvolvidas na área de *preset* e afiação, onde se pode observar a aplicação das três primeiras regras do Sistema Toyota de Produção, sendo:

1ª Regra: Padronização:

Todo o sistema é comum ao utilizado em toda a produção, ou seja, o controle e a identificação das ferramentas são exatamente iguais aos outros controles utilizados em áreas distintas do processo de fabricação. A padronização do sistema da qualidade, com a utilização de instruções de trabalho e procedimentos detalhados sobre as atividades operacionais, permite a fácil identificação de eventuais desvios que possam ocorrer no fluxo de atividades, possibilitando rapidez na resolução do problema.

2ª Regra: Comunicação Binária

A comunicação entre os envolvidos das diversas áreas, desde o fornecedor até o usuário final é definida por procedimentos, onde o fluxo de informação é único, evitando-se dessa forma, dúvidas ou interpretações incorretas do processo relativo ao gerenciamento de ferramentas.

3ª Regra: O caminho percorrido por cada produto ou serviço deve ser simples e direto

Toda movimentação de material segue o mesmo caminho, independente das eventuais diferenças existentes em cada linha de produção, permitindo que todos os envolvidos no processo não tenham dúvidas sobre o fluxo a ser seguido.

Outra característica é a simplicidade do sistema e a comunicação visual existente em diversos pontos do fluxo para informação aos usuários.

4ª Regra: Melhoria Contínua

A utilização do sistema *Kaizen* e a atuação de grupos multifuncionais complementam o sistema, permitindo inovações e melhorias dentro dos processos e fluxos de produção.

7 QUESTIONÁRIOS APLICADOS NA EMPRESA

A empresa tem como principais executivos Karl Heinz Seggewiss que é Diretor Comercial e Robert Harbin como Diretor Técnico. Atualmente, ela ocupa posição de destaque na área industrial no estado do Paraná e no Brasil, em função da tecnologia empregada e pelo volume exportado, sendo a maior exportadora de motores para veículos do sul do Brasil e a 7ª maior exportadora entre todas as categorias de negócios do Paraná. Para este ano prevê um volume de exportações de US\$ 272 milhões.

7.1 AS PERGUNTAS E AS REPOSTAS REFERENTES AO QUESTIONÁRIO APLICADO A DIRETORIA

O questionário apresentado a seguir foi realizado com o intuito de conhecer a visão futura da empresa em análise, verificando o seu planejamento estratégico com relação aos mercados interno e externo, no contexto da atual competitividade global.

Este questionário foi entregue para área de comunicação da empresa, onde foi repassado a diretoria. As suas respostas foram aqui transcritas em sua íntegra, sem qualquer alteração em seu contexto.

Questão 1:

Pesquisador - Decorridos cinco anos da construção e início das operações da fábrica no Paraná, como a empresa vê o resultado nos investimentos feitos no Brasil, especialmente no Paraná?

Empresa - A competitividade do nosso motor no mercado mundial deve-se principalmente à excelente qualidade e ao custo do motor produzido pela empresa. A união das duas corporações trouxe vantagens, em que a competência dos profissionais brasileiros somou-se às experiências trazidas das empresas

associadas, resultando em um projeto novo e desafiador.

Questão 2:

Pesquisador - A qualidade dos produtos da empresa "*made in Brazil*" e naturalmente "*made in Paraná*", são competitivos em quais itens?

Empresa - Qualidade, produtividade, preço e recursos humanos são os principais itens que fazem nossos produtos competitivos.

Questão 3:

Pesquisador - Analisando o desempenho da empresa nas exportações, pode se entender que ainda deverá crescer significativamente ano a ano? (nota: O Prêmio *Excelent Performance* que a empresa irá receber considerou como relevante o desempenho crescente nos últimos três anos).

Empresa - A empresa iniciou a produção em 2001, com o objetivo inicial e exclusivo de exportar para a BMW e para a DaimlerChrysler. A partir de 2003, iniciamos as exportações para outros clientes, o que deverá aumentar o volume exportado nos próximos anos.

Questão 4:

Pesquisador - O ambiente empresarial brasileiro é satisfatório por que:

- a) os fornecedores estão no mesmo nível de profissionalismo das indústrias automobilísticas mundiais?
- b) os recursos humanos paranaenses e brasileiros respondem aos padrões mundiais?
- c) as áreas de serviços que atuam junto a empresa, como bancos, segurança, despachos, áreas fisco-contábil, jurídica são qualificados?

Empresa - Em geral, os recursos existentes têm sido suficientes para garantir a competitividade mundial dos nossos produtos. Em se tratando de recursos humanos, sem dúvida, os profissionais brasileiros têm potencial para atender e

superar os padrões mundiais. Dentro do grupo DaimlerChrysler e BMW, a empresa tem se destacado por seu sistema de produção e pelos excelentes resultados de qualidade, o que se deve à competência do nosso pessoal. Quanto aos demais serviços, embora estejam nos atendendo bem, podemos afirmar que, em alguns casos, existe espaço para melhorias que farão com que estes serviços alcancem padrões mais elevados.

Questão 5:

Pesquisador - Situada na Região Metropolitana de Curitiba a empresa sente-se confortável com a infra-estrutura que lhe foi colocada a disposição? (nota: esta questão envolve portos, logística, meio ambiente, telecomunicação, transporte, qualidade de vida, educação).

Empresa - Sim, os pontos que nos atraíram para esta região do Brasil foram exatamente os mencionados acima.

Questão 6:

Pesquisador - Sabendo que uma das maiores dificuldades para os executivos que vem de fora é adaptar-se ao ritmo da cidade, como os diretores da empresa se integraram em Curitiba?

Empresa - A integração foi ótima, mas atualmente o tema que mais nos preocupa é a segurança, tendo em vista o aumento dos índices de criminalidade de Curitiba e região.

Questão 7:

Pesquisador - No item nacionalização em que percentual estão os produtos da empresa e qual a meta para os próximos anos?

Empresa - Atualmente, os motores da empresa são 75% nacionalizados.

Questão 8:

Pesquisador - No desenvolvimento de novos produtos ou aprimoramento tecnológico a empresa mantém centro de pesquisa e estimula o surgimento de conquistas neste campo com seus colaboradores?

Empresa - Por estarmos apenas no terceiro ano de produção, esta área está se estruturando neste sentido. Para isso, criamos uma área que tem a função de desenvolver e aprimorar os motores visando acompanhar as tendências mundiais neste negócio.

Questão 9:

Pesquisador - A empresa está integrada com centros universitários do Paraná ou tem projetos para estimular as universidades no campo engenharia mecânica, robótica, física, entre outras áreas para aproveitamento da inteligência paranaense?

Empresa - A empresa mantém parcerias com diversas instituições educacionais do estado, e procura através desta parceria, ampliar o relacionamento e a troca de experiências entre a empresa e a universidade. Muitos de nossos profissionais estão inseridos também no mundo acadêmico, em cursos de graduação e pós-graduação, e com isso estão contribuindo para a construção do conhecimento, com base na experiência prática nas técnicas de produção e gestão aplicadas na empresa.

Questão 10:

Pesquisador - A fabricação de motores é a razão estratégica da empresa. Poderá evoluir em decorrência da infra-estrutura que possui em plataforma de exportação de outros produtos para indústria automobilística mundial ou outras áreas?

Empresa - Ainda não existem planos para isto.

Questão 11:

Pesquisador - Em todo mundo, as relações capital e trabalho, são focos geradores de conflitos. Até agora as relações da empresa com lideranças sindicais patronais ou trabalhistas tem respondido às expectativas da empresa?

Empresa - Sim, não temos tido problemas nesta área.

7.2 AS PERGUNTAS E AS REPOSTAS REFERENTES AO QUESTIONÁRIO APLICADO AO DEPARTAMENTO TBS

O questionário apresentado a seguir foi realizado com o intuito de conhecer como a empresa gerencia o seu sistema de produção equivalente ao Sistema Toyota de Produção chamado de TBS. Este departamento esta associado a Gerência de Qualidade da empresa, onde é formado por uma equipe de um coordenador e dois auxiliares, que têm a principal tarefa de orientar as atividades relacionadas as melhorias, assim como, os treinamentos à funcionários.

Este questionário foi entrega para o coordenador da área de TBS. As suas respostas foram aqui transcrita em sua íntegra, sem qualquer alteração em seu contexto.

Questão 1

Pesquisador - Como o departamento promove a disseminação das idéias do TBS pela empresa?

Empresa - Em 2003 foram desenvolvidos dois treinamentos básicos de TBS, um deles explica de onde surgiu o Sistema Toyota de Produção, Treinamento “A Criação do TPS”, outro mostra como a empresa aplica os conceitos do Sistema Toyota de Produção adequando a sua realidade, Treinamento “Conceitos Básicos TBS”. Esses treinamentos foram ministrados a todos os funcionários da empresa, sendo que os dois treinamentos juntos somam uma carga horária de 8 horas, essa foi a principal forma de disseminação dos conceitos de TBS para a fábrica.

Além disso, existem os treinamentos de ferramentas ligadas ao Sistema Toyota de Produção, que são ministrados pela área de TBS de acordo com algumas necessidades das áreas, e também servem como disseminação da filosofia.

Questão 2

Pesquisador - Quais são os maiores problemas encontrados para aplicação do sistema TBS nas linhas de produção?

Empresa –

- Falta de um conhecimento básico da filosofia dos envolvidos;
- Falta de disciplina no cumprimento dos padrões pré-estabelecidos;
- Falta de comprometimento de algumas lideranças ou gerências.

Questão 3

Pesquisador - Qual o comprometimento e o envolvimento da alta gerência com o sistema de TBS?

Empresa - O comprometimento da Gerência é primordial para o sucesso do sistema, pois eles precisam acreditar no sistema para trabalhar com ele. Com o passar dos tempos, o comprometimento acaba sendo cada vez melhor, na medida em que os resultados da implementação de algumas ferramentas nas áreas piloto vão sendo mostrados e os mesmos vêem os resultados positivos, eles acabam solicitando que esses trabalhos sejam feitos em suas áreas.

Questão 4

Pesquisador – Como é verificado uma nova implementação (Kaizen) nas linhas de produção ou de montagem e de quem é a responsabilidade da continuidade de seu funcionamento?

Empresa - O surgimento de melhorias deve sempre partir das áreas, que solicitam a área de TBS para que de suporte com as ferramentas, metodologias, e etc.

Confeccionado o novo processo, sistema ou melhoria, a área é responsável pela implementação e manutenção do processo tendo apenas o apoio e acompanhamento que é feito pela área de TBS.

Questão 5

Pesquisador – Qual é o nível de envolvimento dos funcionários para com o Sistema TBS e sua aplicabilidade fora dos limites da empresa (por exemplo, com segurança)?

Empresa - Como comentado na pergunta 1, todos os funcionários da empresa passam pelos treinamentos básicos de TBS, portanto têm uma idéia geral do que é o sistema na empresa. O envolvimento de todos é direto, pois cada um deles tem o seu papel, devem fazer a sua parte, pois são eles os principais recursos que a empresa possui, e é através deles que se dá a melhoria contínua.

Fora dos limites da empresa, em 2003 foram ministrados alguns treinamentos para fornecedores, porém nada muito abrangente, para o ano de 2004 o trabalho focado nos fornecedores é uma das metas da área de TBS.

Questão 6

Pesquisador – Em termos nacionais e internacionais, a empresa realizada algum tipo de *benchmark* com outras empresas, para verificar o seu nível atual de implementação do Sistema Toyota de Produção (inclusive com a própria Toyota)?

Empresa - Os *benchmark* são realizados em relação às plantas da DaimlerChrysler e da BMW (os dois acionistas da *Joint Venture*) e também com outras empresas, em sua grande maioria nacionais, inclusive a própria Toyota.

Questão 7

Pesquisador – Com relação aos serviços de terceiros, como o departamento gerencia a execução de tarefas na empresa por estes funcionários?

Empresa - Todos os terceiros que atuam de alguma maneira na empresa,

possuem uma área da empresa que é diretamente responsável por ele, a área de TBS atua apenas nos terceiros, onde essa área responsável levanta a necessidade e requisita ajuda.

Questão 8

Pesquisador – Como a empresa acompanha a implementação do sistema TBS no cotidiano e como ela repassa os índices de SQECM (segurança, qualidade, entrega, custo, moral) a todos?

Empresa - Até então não temos uma metodologia para avaliar a implementação do sistema, porém está sendo desenvolvida junto a área de Qualidade ISO 9000 e Meio Ambiente ISO 14000, um sistema de Auditorias Integrado, que envolverá as duas áreas mais a área de TBS; esse sistema pontuará as áreas em relação aos três sistemas, bem como terá uma nota geral da área e da fábrica.

Os índices SQECM são analisados e avaliados pela Diretoria e Gerência da empresa em uma reunião mensal entre eles e chama-se MPR (Master Planning Room). Nessa reunião são analisados criticamente todos os resultados do *scorecard* da empresa, que possui metas para SQECM, bem como o atingimento das mesmas que são estabelecidas no início do ano.

Questão 9

Pesquisador – Quais são as possíveis melhorias no sistema TBS, visto pelo departamento ou pela própria diretoria da empresa no longo prazo? Se houver.

Empresa - As principais frentes de trabalho da área de TBS atualmente (2004) resumem-se nos seguintes projetos:

- Orientar *workshops* para melhoria de atividades na área de Logística;
- Difundir a cultura de TBS para os fornecedores e promover *workshops* para melhoria de atividades críticas nas suas plantas;
- Acompanhar e aprimorar a metodologia de Auditoria Interna Integrada;

- Apoiar as iniciativas de melhoria para atingir a Excelência Operacional.

Questão 10

Pesquisador – Este sistema adotado pela empresa atende integralmente a todos os planos estratégicos de vendas no mercado interno e externo?

Empresa - Para o mercado externo onde atualmente estão localizados todos os nossos clientes, BMW Alemanha, DaimlerChrysler EUA, Chery China, contemplamos todos os requisitos exigidos por eles, porém no caso de outros clientes, sejam eles internos ou externos, se faz necessária uma avaliação de seus requisitos para ter a certeza que nosso sistema supre suas necessidades.

8 CONCLUSÕES

Da análise textual desta monografia e da pesquisa de campo realizada na empresa estudada, localizada na região metropolitana de Curitiba (RMC), pode-se concluir algumas hipóteses possíveis de serem citadas.

O principal contexto da pesquisa nos leva a concluir que os conceitos do Sistema Toyota de Produção em sua grande maioria são aplicados no dia a dia da empresa, justificando uma ótima qualidade no produto final (motor de combustão), além de alcançar uma boa performance na conquista de novos mercados.

A empresa apresenta altos níveis de automação, principalmente nas suas linhas de usinagem, onde a carga e descarga das máquinas são feitas por carregadores, chamados pela empresa de "*gantry*". Já a linha de montagem apresenta várias estações automáticas e semi-automáticas, justificando um maior número de trabalhadores nesta linha do que na usinagem.

Como podemos observar também a empresa apresenta, em todos os níveis hierárquicos, pontos fortes nas soluções dos problemas, buscando sempre atingir a causa raiz, evitando que num futuro próximo o mesmo problema volte a acontecer.

A presença do time multifuncional em suas respectivas linhas de produção é de fundamental importância para a elaboração de melhorias de todo processo fabril (*Kaizen*), assim como, na responsabilidade na busca de soluções de problemas diários, caracterizando uma atuação rápida de retenção de aprendizado de novos sistemas alternativos de produção.

Em todas as linhas de produção a existência de *Poka Yoke* fazendo parte da própria estrutura da máquina ou da própria estação de trabalho, como é o caso da linha de montagem, é de suma importância para o todo o processo. O conceito do *Poka Yoke* de controle como parte do processo fabril são motivos suficientes para serem verificados constantemente o seu perfeito funcionamento, para que assegure a qualidade do produto final em cada linha de produção.

O funcionamento do sistema *Kanban* faz parte da rotina da empresa, sendo gerenciado pela área de logística, onde o controle de componentes no abastecimento das linhas de produção se faz presente e constante. Como todo o sistema é praticamente autônomo, ou seja, o sistema é controlado pelos envios e recebimentos de cartões, a perda dos mesmos poderá ter implicações em possíveis consequências tais como: a falta de abastecimento de componentes para a linha de produção.

Já a organização do trabalho na empresa é um ponto forte e facilmente notado, pois toda a fábrica apresenta um aspecto de limpeza surpreendente. As máquinas são, cronologicamente, limpas pelos próprios operadores com acompanhamento dos líderes de cada área produtiva. Um outro ponto a ser destacado é a padronização do trabalho nas operações e verificações de qualidade, onde as instruções padronizadas de trabalho (ITP's) estão presentes em todas as operações envolvendo a relação Homem-máquina.

A análise da gestão da troca de ferramenta rápida atende as diretrizes propostas pelo Sistema Toyota de Produção, pois a disponibilidade das ferramentas ao lado das estações de trabalho facilita e agiliza a troca das mesmas, evitando paradas elevadas de produção por tempo de substituição de ferramentas.

Em todas as linhas de produção o *Andon* se faz presente, permitindo que o atendimento a uma máquina com problema seja rapidamente observado, além de permitir a centralização dos operadores, através do reconhecimento do status das máquinas em tempo real.

Um dos pontos observados com relação aos estoques de materiais em processo (os considerados estoques intermediários - *buffers*) ainda são classificados como um pouco acima do desejado pela própria empresa, isto é, existe elevado número de material em estoque entre as máquinas no processo fabril. Isto é reflexo da baixa confiabilidade na robustez de algumas máquinas adquiridas, já no início da implementação da fábrica, conforme podemos observar a figura 46.

FIGURA 46 – ESTOQUE INTERMEDIÁRIO NAS LINHAS DE PRODUÇÃO



Com relação aos questionários verifica-se que a estratégia de novos mercados é uma das metas principais da diretoria, buscando atingir a sua produção anual prevista de 450 mil motores (em 2003 atingiu uma produção de 250 mil motores/ano). Porém a diversificação nas linhas de usinagem para outros tipos de motores é de difícil gerenciamento, devido às máquinas ser praticamente “engessadas” para grandes modificações estruturais. São na sua maioria máquinas tipo *transfer*, nas quais foram concebidas para altos volumes de processamento de material, porém com pouca flexibilidade.

Já o departamento de TBS é focado principalmente em treinamento aos funcionários e acompanhamento das melhorias internas na empresa. Um dos pontos a ser observado é que o próprio departamento reconhece que para novo(s) cliente(s), é recomendável que se faça uma nova avaliação ou se for necessário adaptações ao sistema utilizado.

A presente pesquisa poderá originar outras investigações, principalmente nas outras ferramentas utilizadas pelo Sistema Toyota de Produção. Podendo utilizar-se desta pesquisa para direcionar outros trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, Ricardo. **Adeus ao Trabalho?: ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho**. Campinas, SP, Ed. Cortez / UNICAMP, 1995.
- BAILEY, D. E., ADIGA, S. **Measuring Manufacturing Work Group Autonomy**. IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 44, nº2, pp.158-172, may, 1997.
- BERTALANFFY, Ludwig V., **Teoria Geral de Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977.
- CORIAT, Benjamin. **Pensar pelo Averso: o modelo japonês de organização do trabalho**. Rio de Janeiro, Ed. da UFJ/Revan, 1994.
- CORRÊA, HENRIQUE L. e GIANESI, IRINEU G. N. **Just In Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo, Atlas, 1996.
- FORD, H., **Hoje e Amanhã**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1927.
- GOLDRATT, Eliyahu M., **A Meta**. São Paulo: Educator, 1986
- GOLDRATT, Eliyahu M., **Mais que Sorte ...Um Processo de Raciocínio**. São Paulo: Educator, 1994
- GOUNET, Thomas, **Fordismo e Toyotismo**. São Paulo: Boitempo Editorial, 1999.
- HAMMER, M. e CHAMPY, J., **Reengenharia**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- HOBBS JR., O. K. **Application of Jit Techniques in a Discrete Batch Job Shop**. Production and Inventory Management Journal, pp. 43-45, First Quarter, 1994.
- KUHN, Thomas S., **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1989.
- LOURES, Rodrigo da Rocha. **Tritec é destaque Mundial**. Gazeta do Povo, 28/09/03.
- MOURA, R. A., BOCKERSTETTE, J. A. **Guia para Redução do Tempo de Ciclo**. IMAM, São Paulo, 1995.
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção além da Produção em Larga Escala**. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes médicas: Bookman, 1997.
- SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Tradução de Eduardo Schaan. 2 ed. Porto Alegre: Artes médicas: Bookman, 1996.
- SOBEK II, D. K., LIKER, J. K.. **Another Look at Toyota Integrates Product Development**. Harvard Business Review, pp. 36-49, July-August, 1998.
- SPEAR, Steven; BOWEN, Kent; **Decoding the DNA of the Toyota Production System**, Harvard Business Review, Setembro-Outubro, 1999.
- TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle de Produção**. São Paulo, Atlas, 1997.
- TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica**. Porto Alegre, Artes Médicas (Bookman), 1999.

VOSS, C. A. **Just in Time Manufacture**. IFS, Springer/Verlag, 1987.

WOMACK, James P., JONES, Daniel T. & ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1992

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- ALBUQUERQUE, Lindolfo Galvão de. Competitividade e recursos humanos. In: **Revista de Administração de São Paulo**, v.27(4):16-29, out./dez. 1992.
- CONJUNTURA Econômica. Rio de Janeiro: FGV, v.48, n.5, maio 1994.
- CORREA, Cristiane. Hipercompetição no trabalho: funciona? **Revista Exame**, 13/12/00, ed. 729. Editora Abril.
- KON, Anita. A modernização tecnológica e o ajustamento dos recursos humanos. In: **Revista de Administração de São Paulo**, v.31, n.4, p.8, out./dez. 1991.
- LEVY, Albert R. **Competitividade organizacional**. Tradução de Adolpho Carlos Von Randow-Me. São Paulo: Editora MacGraw-Hill, 1992.
- MERCADO DE TRABALHO**: conjuntura e análise. Brasília: IPEA: Ministério do Trabalho e Emprego, v.5., n.13, jun. 2000.
- PELIANO, José Carlos Pereira. Reestruturação produtiva para o trabalho. **Revista Educação & Tecnologia**. v.3. Interação Escola-Empresa, p.5. Disponível em: <http://www.ppgte.cfetpr.br>. Acesso em 5 dez. 2000.
- SAYLES, Leonard R.; STRAUSS, George. **Comportamento humano nas organizações**. Título em inglês: Humann Behavior In Organizations. Tradução de Hugo Benatti Júnior. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1969.
- SENGE, Peter. Pelo buraco da agulha. In: GIBSON, Rowan. **Repensando o futuro**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1998, p.96-97.

ANEXO 1 - MODELO JAPONÊS DE ADMINISTRAÇÃO

MODELO JAPONÊS DE ADMINISTRAÇÃO

Do início do século até aproximadamente a metade dos anos 70, o mundo das organizações foi dominado pelos conceitos e técnicas disseminados com a expansão das empresas americanas e européias. Onde quer que fabricassem ou vendessem seus produtos e serviços, essas empresas levavam junto sua tecnologia e seu vocabulário de administração.

A partir dos anos 70, porém, começaram a tornar-se conhecidas palavras e nomes vindos do Japão. Desde então, as idéias vindas do Japão também começaram a fazer parte do vocabulário e do currículo do estudo de administração.

IDÉIAS OCIDENTAIS	IDÉIAS ORIENTAIS
Linha de montagem móvel	Grupos de trabalho autogerenciados
Verticalização	Just in time
Estruturas divisionadas e hierárquicas	Produção enxuta
Controle de qualidade	Círculos de qualidade
Administração de estoques	Produtos de alta qualidade e baixo preço
Produtos de alto custo e alto preço	Aprimoramento contínuo
O modelo japonês de administração se compõe de três elementos :	
Técnicas Administrativas: soluções como a organização enxuta e os círculos de controle de qualidade, criadas para tornar mais eficientes os processos produtivos. Em sua maior parte, esses elementos integram o Sistema Toyota de Produção, que sofre forte influência da escola de qualidade criada no Japão pelos consultores americanos.	
Cultura Organizacional : Compreende hábitos mutáveis, como emprego vitalício, lealdade à empresa empregadora e dedicação integral ao trabalho.	
Cultura Nacional : São os valores e tradições mais permanentes que os hábitos da cultura organizacional. Aprimoram-se ao longo de séculos e terminaram por integrar e influenciar a maneira como os japoneses praticam a administração.	
A Escola Japonesa da Qualidade.	
Quando as forças de ocupação desembarcaram no Japão, viram-se imediatamente com um grande obstáculo : as falhas no serviço telefônico eram demasiadamente comuns. O sistema japonês de telefones não era uma ferramenta confiável de comunicação. O problema não era devido a guerra que apenas acabara; a qualidade do equipamento era instável e baixa.	

Conhecendo esses defeitos, as forças americanas ordenaram às indústrias de telecomunicações do Japão que comesse a usar o controle de qualidade e tomasse providências para educar o pessoal das empresas desse ramo. Foi aí o começo do controle estatístico da qualidade no Japão, em maio de 1.945.

Em 1.946, foi criada a JUSE – Union of Japanese Scientists and Engineers, uma entidade privada e sem fins lucrativos, que se tornaria o centro das atividades de controle da qualidade no Japão. Em 1.950, a JUSE convidou o Dr. William Edwards Deming para visitar o Japão. Deming era conhecido como especialista em amostragem, mas a projeção de sua imagem não ia muito além dos círculos técnicos. Deming foi ao Japão ministrar o mesmo curso padrão de estatística que ele havia ajudado a criar. Sua platéia, a princípio, era formada por técnicos e engenheiros. Ele percebeu que, se a alta administração das empresas japonesas não se empenhasse no esforço de aprimoramento da qualidade, em pouco tempo aconteceria o mesmo que havia acontecido na América : o controle de qualidade tornar-se-ia o mecanismo apenas para separar os produtos bons dos defeituosos, sem nada fazer para que os defeitos não ocorressem, ou, então, em pouco tempo o interesse pelo controle estatístico cairia no vazio, por causa da falta de apoio da alta administração.

Assim, ele procurou ser ouvido pela alta administração, o que conseguiu graças ao apoio da JUSE. Ele dirigiu seu esforço, então, para a sensibilização dos altos dirigentes de um grupo das principais empresas do Japão, que haviam sido reunidos pela JUSE. A estas pessoas Deming disse que a melhoria da qualidade (que ele definiu como a redução da variabilidade) era o caminho para a prosperidade, através do aumento da produtividade, da redução de custos, da conquista de mercados e da expansão do emprego. Era também responsabilidade da alta administração, que começava na identificação das necessidades do cliente ou consumidor e prosseguia pelos diversos estágios da transformação de insumos, até chegar como produtos ou serviços ao mesmo cliente. Para ilustrar esse argumento, Deming usou a representação de um sistema. Introduziu nesse sistema a idéia da corrente de clientes – em cada estágio do processo, o estágio precedente é o fornecedor e o estágio seguinte é o cliente. Desse modo, a corrente de clientes começa nos fornecedores de insumos e termina no cliente que é quem paga a conta e sustenta a empresa.

Diagrama de Deming

Fornecedores	Recebimento	Produção	Montagem	Inspeção	Distribuição	Clientes
Diversos	Teste	Acompa-	Acompa-	Teste	Inspeção	

insumos	materias	nhamento	nhamento		final	
---------	----------	----------	----------	--	-------	--

Muitas mensagens aparentemente simples, mas de grande alcance, viriam a tornar-se alicerces do moderno enfoque da qualidade, foram nessa ocasião apresentadas por Deming aos japoneses :

Predominância do cliente.

Importância da mentalidade preventiva.

Necessidade do envolvimento da alta administração.

Os japoneses ouviram, prestaram atenção e puseram em prática. Poucos anos depois da primeira passagem de Deming pelo Japão, a qualidade dos produtos japoneses já começava a ameaçar fabricantes tradicionais. Tamanha foi a influência de Deming, e o respeito que inspirou, não apenas pelo seu papel educativo, mas também pelo seu comportamento elegante, que em 1.951 os japoneses criaram em sua homenagem os Prêmios Deming da qualidade, dos quais a JUSE desempenha o papel de Comitê de Premiação e são concedidos as empresas privadas e públicas que apresentem melhoras substanciais em seus programas de controle da qualidade e aplicação de técnicas de controle estatístico da qualidade.

Os japoneses comportaram-se como estudantes aplicados dos professores americanos. Em 1.954 o Dr. Joseph M. Juran, a convite da JUSE, foi ao Japão e lá ministrou, uma série de cursos e seminários de controle da qualidade destinado à alta e média gerência. Nesta época, a JUSE conseguiu ampliar os horizontes dos gerentes participantes, mostrando que o controle da qualidade não se aplicava apenas à manufatura e à inspeção, mas também a todas as áreas funcionais e a todas as operações da organização.

O TQC JAPONÊS

Os japoneses foram além das técnicas e criaram uma filosofia de administração da qualidade, à qual por coincidências também deram o nome de Controle da Qualidade Total. No entanto, de acordo com o professor Ishikawa, a abordagem japonesa e a de Feigenbaum são distintas, embora tenham a mesma denominação.

“O conceito de controle da qualidade total foi criado pelo Dr. Armand Feigenbaum. De acordo com Feigenbaum, o controle da qualidade total pode ser definido como um sistema eficaz de integrar os esforços de desenvolvimento, manutenção e aprimoramento da qualidade para levar a produção e o serviço aos níveis mais econômicos que resultam em plena satisfação do consumidor. O TQC requer a participação de todas as divisões, inclusive marketing, projeto, manufatura, inspeção e expedição. Temendo que

a qualidade, que é um trabalho de todos, se tornasse um trabalho de ninguém, Feigenbaum sugeriu que o TQC ficasse dentro de uma bem organizada área cuja única especialização fosse a qualidade do produto e cuja única tarefa fosse o controle da qualidade. Seu profissionalismo ocidental levou-o a advogar que o TQC fosse dirigido essencialmente por especialistas em controle de qualidade”.

A abordagem japonesa foi diferente da do Dr. Feigenbaum, pois desde de 1.949 tem insistido em que todas as divisões e todos os empregados se envolvam no estudo e na promoção do controle de qualidade; nunca foi um domínio exclusivo dos especialistas em controle da qualidade. Isto se manifesta em todas as nossas atividades. O termo controle da qualidade total tem sido o mais frequentemente usado. No entanto, quando este termo é usado no exterior, as pessoas podem pensar que estejamos imitando a abordagem do Dr. Feigenbaum, o que não é verdade.

A expressão que se consagrou no Japão como Controle da Qualidade Total, combina a definição de Feigenbaum e a de Ishikawa : A qualidade é uma responsabilidade de todos, coordenada e orientada por uma gerência de qualidade.

SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

A escola da qualidade criou raízes fortes no Japão e influenciou profundamente a filosofia de administração das empresas. Uma das empresas que mais aproveitou os princípios dessa escola foi a Toyota, porém, sua contribuição foi muito além da simples incorporação e disseminação da filosofia e das técnicas da qualidade.

A maior parte das modernas técnicas japonesas de administração de empresas nasceu com o chamado sistema Toyota de produção, criado nos anos 50 por Eiji Toyoda (da família proprietária da Toyota) e Taiichi Ohno, chefe de engenharia da empresa. Os dois princípios mais importantes do sistema são : eliminação de desperdícios e fabricação com qualidade.

O princípio da eliminação do desperdício, aplicado primeiro à fábrica, fez nascer a **produção enxuta**, ou seja, fabricar com o máximo de economia de recursos.

O princípio da fabricação com qualidade tem por objetivo produzir virtualmente sem defeitos.

Esses dois princípios possibilitariam a manufatura de produtos de alta qualidade e baixo preço, levando a Toyota, de empresa insignificante, à posição de terceira montadora do mundo, atrás de General Motors e Ford.

Para o bom funcionamento desses dois princípios, o sistema Toyota depende do comprometimento e envolvimento dos funcionários. Por isso, a

administração participativa, que promove o envolvimento dos funcionários no processo decisório, tornou-se o terceiro elemento importante do sistema Toyota.

ELEMENTOS BÁSICOS DO SISTEMA TOYOTA

Produtividade	Qualidade	Participação
---------------	-----------	--------------

Diz a história que o sistema Toyota nasceu quando Toyoda e Ohno, visitando a Ford nos anos 50, concluíram que o principal produto do modelo de Henry Ford era o desperdício de recursos – esforço humano, materiais espaço e tempo. Fábricas gigantescas, pilhas de materiais em estoque, grandes espaços vazios. O sistema Ford desperdiçava recursos humanos por causa da especialização excessiva, com muitas pessoas para cuidar exclusivamente de planejamento e controle da produção, compras, controle da qualidade, manutenção e limpeza. A filosofia do modelo Ford, que havia influenciado toda a indústria ocidental, consistia em manter controle sobre recursos abundantes, de todos os tipos. Os recursos deveriam ficar em estado de prontidão, para cumprir o programa de trabalho com segurança e enfrentar as emergências. Essa era a filosofia do just in case. Até os anos 80, as empresas ocidentais seguiram essa filosofia, acreditando que quanto maior, melhor. O negócio era ser grande.

O que para os ocidentais era precaução e abundância de recursos, para os japoneses era desperdício, especialmente depois da segunda guerra, quando o país enfrentava dramática escassez de recursos.

A Toyota precisaria adaptar o sistema de Ford, tornando-o mais racional e econômico. Dessa observação nasceu o elemento básico do sistema Toyota de produção : eliminação de desperdícios. Numa fábrica, eliminar desperdícios significa reduzir ao mínimo a atividade que não agrega valor ao produto. Segundo os manuais da Toyota, os desperdícios classificam-se em sete tipos principais :

- Tempo perdido em conserto ou refugo.
- Produção além do volume necessário ou antes do momento necessário.
- Operações desnecessárias no processo de manufatura.
- Transporte.
- Estoque.
- Movimento humano.
- Espera.

Após eliminado ou reduzidos ao mínimo indispensável os desperdícios, o que

resta é atividade ou esforço para agregar valor ao produto que se destina ao cliente. Agregar valor significa realizar operações de transformação de materiais e componentes estritamente relacionadas com a elaboração do produto. Um produto fabricado ou serviço prestado sem desperdícios tem o máximo de valor agregado para o cliente. Assim, a eliminação de desperdícios diminui os custos de produção, sem que o valor do produto para o cliente fique comprometido.

INEFICIÊNCIAS INEVITÁVEIS

Espera
Transporte
Deslocamentos
Perdas inevitáveis

DESPERDÍCIOS

Fabricação de quantidade maior que o necessário
Refugos
Tempo perdido em consertar erros
Estoque

ATIVIDADES QUE AGREGAM VALOR AO PRODUTO OU SERVIÇO

Realização de operações e atividades de transformação estritamente ligadas ao produto ou serviço.

O sistema Toyota aplica três idéias principais para eliminar desperdícios :

- Racionalização da força de trabalho
- Just in time
- Produção flexível.

Racionalização da força de trabalho – para racionalizar a utilização da mão-de-obra, a Toyota agrupou os operários em equipes, com um líder em vez de um supervisor. As equipes receberam um conjunto de tarefas de montagem e a missão de trabalhar coletivamente de modo a executá-las da melhor maneira possível. O líder deveria trabalhar junto com o grupo e coordená-lo, substituindo qualquer trabalhador que faltasse. Em seguida, esse grupo recebeu tarefas simples de manutenção de seus próprios equipamentos, consertos de pequenas ferramentas e controle de qualidade. A idéia da racionalização da força de trabalho está na raiz de conceitos que viriam a ter grande importância na moderna administração : manufatura celular, auto-

gestão, trabalho em equipe.

Just in Time – O método just in time procura reduzir ao mínimo o tempo de fabricação. O princípio é estabelecer um fluxo contínuo de materiais, sincronizado com a programação do processo produtivo, minimizando a necessidade de estoques. Para isso, o fornecedor deve comprometer-se a entregar os suprimentos no momento exato. Isto levou a Toyota e outras empresas que adotaram o just in time, a desenvolver as parcerias com poucos fornecedores, para fortalecer a cadeia de suprimentos.

Na linha de produção, o just in time funciona como supermercado. O operador que precisa de peças entrega um cartão especificando o que deseja e leva outro, que acompanha o material que recebeu. Assim, o cartão, chamado KANBAN, é o sinalizador da movimentação de suprimentos.

Produção flexível – o sistema de produção flexível consiste em fabricar produtos, em geral em pequenos lotes, de acordo com as encomendas dos clientes. Para isso, é preciso fazer mudanças constantes nas máquinas da linha de produção. A produção flexível do sistema Toyota contrasta com a filosofia ocidental de fabricar lotes de grandes quantidades utilizando máquinas dedicadas (ou máquina de finalidade única, são aquelas que têm uma única função). Na indústria automobilística da era anterior ao sistema Toyota, estas máquinas eram especialmente as prensas que faziam apenas um tipo de peça, com o capô de uma única marca de carro). Ohno treinou seus operários para que eles próprios (e não especialistas) fizessem as mudanças, várias vezes ao dia, dos moldes das prensas que faziam a lataria dos veículos. Já no final da década de 50, a Toyota havia conseguido fazer a mudança dos moldes das prensas em três minutos, enquanto que no resto do mundo o processo tomava um dia inteiro. Isto ficou conhecido como produção flexível.

Fabricação com Qualidade

O segundo elemento do sistema Toyota, ao lado da eliminação de desperdícios, é a fabricação com qualidade. A fabricação com qualidade tem por objetivo primordial identificar e corrigir defeitos e eliminar suas causas. É também um forma de eliminar desperdícios, porque, quanto menor a quantidade de refugos e retrabalho, mais eficiente é o sistema produtivo.

FAZER CERTO DA PRIMEIRA VEZ – A Toyota, assim como praticamente toda a indústria japonesa, foi influenciada pelos professores americanos que trabalharam no Japão nos anos 50. Uma das idéias mais marcantes de Deming era “fazer certo da primeira vez”. No manual da Toyota, pode-se notar sua influência : “Produzir veículos de boa qualidade dentro do processo de produção é um dos princípios do sistema Toyota de produção. As peças que compõem um automóvel atingem a cifra de 20.000. Para que estas peças

desempenhem seu papel plenamente, sem que ocorram problemas, e para que seja possível oferecer ao mercado um veículo de qualidade assegurada, torna-se necessário que a qualidade seja garantida dentro de cada processo de fabricação. No setor de produção, o funcionário deve desenvolver o trabalho com o absoluto senso de que ele é o maior responsável, sempre consciente de que a operação posterior é o cliente. Considerar que a operação posterior é o cliente significa que sua operação é a final; e que, como a operação seguinte é o cliente, ele não pode em hipótese alguma entregar peças defeituosas. Ele deve ter sempre em mente que não pode prejudicar seu cliente. Não entregar peças defeituosas para a operação seguinte significa que a qualidade deve ser feita em cada operação, uma a uma. Não se pode e nem se deve pensar em consertar uma anormalidade após o término da montagem quando se descobriu essa anormalidade durante a operação. O mandamento é tomar providências assim que surgir a anormalidade, qualquer que seja. Tomar providências imediatamente significa em descobrir com mais facilidade as causas do defeito e cuidar para que o defeito não ocorra outra vez”.

A filosofia de fazer certo da primeira vez torna o trabalhador responsável pela qualidade de seu trabalho. Consequentemente, o controle da qualidade feito pelos inspetores durante e ao final do processo produtivo, tornam-se redundantes. Portanto, mais um desperdício a ser eliminado. Apesar da Toyota utilizar este princípio desde os anos 50, apenas 40 anos mais tarde é que a indústria ocidental conseguiu eliminar os inspetores e tornar os operários responsáveis pela qualidade de seu próprio trabalho.

CORRIGIR OS ERROS EM SUAS CAUSAS – outra providência da Toyota foi dar aos trabalhadores o poder de parar a linha de produção sempre que encontrasse, um problema que não conseguissem resolver. Em segundo lugar, os trabalhadores deveriam analisar sistematicamente cada erro, perguntando sucessivamente “por que?” até chegar a causa fundamental. Esta metodologia foi chamada de “5 whys”, os cinco porquês. Em consequência, os problemas caíram dramaticamente, a ponto de a proporção de veículos fabricados em relação à produção prevista aproximar-se de 100 por cento, ou seja, os problemas foram virtualmente eliminados.

EVOLUÇÃO E DISSEMINAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA

O sistema Toyota, com suas técnicas básicas de eficiência e qualidade, ficou conhecido como sistema de produção enxuta. O objetivo da produção enxuta é fazer produtos de alta qualidade e baixo preço. Com o tempo, a idéia de produção enxuta alcançou as diferentes áreas da empresa : finanças, custos, recursos humanos, vendas, desenvolvimento de produtos e manufatura. O sistema Toyota deixou de ser simplesmente sistema de produção e tornou-se o

sistema de administração que tem por objetivo fazer a **empresa enxuta**.

Da Toyota, o sistema passou para outras empresas japonesas. Destas, para as empresas ocidentais. À medida que se disseminava e ampliava, o sistema que originalmente pertencera à Toyota, ficava conhecido como **modelo ou sistema japonês de administração**, englobando os conceitos e as técnicas da administração da qualidade.

CIRCULOS DA QUALIDADE

Os japoneses não se limitaram a aplicar e copiar as lições dos especialistas ocidentais, mas criaram suas próprias soluções no campo da administração da qualidade. Uma destas, que despertou grande interesse em outros países, é a metodologia de trabalho dos círculos de qualidade.

A idéia dos círculos da qualidade, ou círculos de controle da qualidade, CCQ, foi desenvolvida pelo Dr. Kaoru Ishikawa e aplicada pioneiramente pela Toyota. No formato original, o círculo da qualidade é um grupo de voluntários de um mesmo setor ou área de trabalho, que se reúnem regularmente para estudar e propor a solução de problemas que estejam comprometendo a qualidade e a eficiência dos produtos. Essa idéia disseminou-se rapidamente. No começo dos anos 70, começaram no Brasil as primeiras experiências com a implantação de círculos da qualidade. Johnson&Johnson, Volkswagen, Metal Leve, Artex, Hering e Fundação Tupy foram algumas empresas que introduziram a técnica em nosso país. O formato original foi adaptado e modificado conforme a idéia se disseminou. Por exemplo, algumas empresas formaram círculos com pessoas de diferentes áreas de trabalho.

Há diferentes tipos de problemas de qualidade e eficiência que podem ser atacados pelos círculos da qualidade : qualidade dos produtos, produtividade dos recursos, custos, condições do ambiente físico de trabalho, racionalização dos processos produtivos, condições e segurança do trabalho, análise de refugos e reclamações dos clientes. Ao mesmo tempo, os círculos da qualidade atacam problemas do ambiente de trabalho, relacionados com a segurança, higiene, limpeza, ruído e iluminação, que frequentemente são causadores de insatisfação e reclamações. Por causa disso, os círculos de qualidade são entendidos também como técnica de administração participativa.

O objetivo imediato do círculo da qualidade – resolver problemas de qualidade e eficiência – é complementado por uma série de outros objetivos explícitos e implícitos, como por exemplo :

- envolver os funcionários no processo de análise e resolução de

problemas, alargando seu campo de visão, suas responsabilidades e, conseqüentemente, seu sentido de realização.

- Melhorar a comunicação dentro do próprio grupo de trabalho fica prejudicado no sistema tradicional do trabalho isolado da linha de montagem.

- Estimular um clima de criatividade, mentalidade da qualidade, autocontrole e prevenção de falhas.

No Brasil em alguns casos, os círculos passaram a discutir problemas relacionados as políticas de administração de pessoal – carreiras, salários e benefícios. Com o tempo, trabalhadores e empresas aprenderam a separar as coisas, deixando essas questões para serem resolvidas por meio de outros mecanismos (comissões de fábrica e sindicatos) e reservando os círculos estritamente para os problemas de qualidade e eficiência. Em outros países, os resultados dos círculos são recomendados com prêmios, que dependem do valor das economias ou ganhos proporcionados pelas soluções propostas. No Brasil, poucas empresas adotaram esta mesma política.

Os círculos funcionam de acordo com uma sequência de procedimentos, que começam com a identificação do problema e terminam com a apresentação à empresa de um relatório com a solução e as diretrizes para sua implantação. Para o estudo de um problema específico, os círculos de qualidade usam duas técnicas principais : o princípio de Pareto e o diagrama espinha de peixe (ou diagrama Ishikawa).

PRINCÍPIO DE PARETO

O princípio de Pareto(ou análise de Pareto) é uma técnica que permite selecionar prioridades quando se enfrenta um grande número de problemas. O princípio foi proposto pelo economista italiano Vilfredo Pareto e estabelece que os itens significativos de um grupo normalmente representam uma pequena proporção do total de itens desse mesmo grupo. Na administração da qualidade, esse princípio estabelece que a maior parte dos prejuízos são causados por um número relativamente pequeno de defeitos. O princípio de Pareto é utilizado para definir prioridades na correção de defeitos. As informações sobre as causas e os efeitos são pesquisadas, e dispostas em tabelas que mostram a participação de cada causa no total de efeitos. Finalmente, as informações são apresentadas num gráfico, chamado de gráfico de Pareto, que é dividido em classes. Os problemas são aqueles indicados na classe A.

Princípio de Pareto aplicado à análise de problemas

Poucas causas importantes e prioritárias	20 % dos defeitos	80 % dos prejuízos
--	-------------------	--------------------

Muitas causas insignificantes	80 % dos defeitos	20% dos prejuízos
-------------------------------	-------------------	-------------------

Tabela de defeitos e prejuízos.

Defeitos	Prejuízos	Participação	Participação acumulada
Montagem	450.000,00	50%	50%
Pintura	225.000,00	25%	75%
Parte elétrica	117.000,00	13%	88%
Forração	54.000,00	6%	94%
Acessórios	27.000,00	3%	97%
Rodas	18.000,00	2%	99%
Pneus	9.000,00	1%	100%

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Criado por Kaoru Ishikawa, o diagrama que tem a forma de uma espinha de peixe é um gráfico cuja finalidade é organizar o raciocínio e a discussão sobre as causas de um problema prioritário de qualidade. Também chamada de diagrama de Ishikawa ou diagrama 4M, a espinha de peixe foi desenvolvida para ser usada pelos círculos da qualidade, para estudar aqueles problemas identificados como prioritários pela análise de Pareto. Em geral, os problemas estudados por meio da espinha de peixe são enunciados como uma pergunta que tem a seguinte estrutura: “por que ocorre este problema?”

Por exemplo: Por que ocorrem golpes com os usuários de cartão nos caixas automáticos?

Para desenhar o diagrama, traça-se uma linha principal, na extremidade direita da qual se coloca o problema. Nos dois lados dessa espinha dorsal, traçam-se linhas inclinadas. Para identificar as causas, as pessoas encarregadas de estudar o problema participam de uma ou mais sessões de brainstorming, ou consultam outras pessoas, ou fazem levantamentos no local da ocorrência. Cada uma das causas identificadas é então classificada de acordo com as categorias representadas pelas linhas inclinadas. Problemas de fábrica, de forma geral, têm quatro tipos de causas, das quais saiu a designação 4M: mão-de-obra, método, materiais e máquinas. Outros critérios de organização podem ser usados, dependendo do tipo de problema e empresa, como é o caso do exemplo abaixo:

Cliente	Equipamento/sistema	Golpes com cartão
Desconhece operação do	Localização inadequada	Por que ocorrem?

sistema		
Cede o cartão	Dificuldade para interromper a transação	Por que ocorrem ?
Sistema deficiente de cancelamento do cartão	Orientação deficiente do usuário	Por que ocorrem ?
Falta de trava nas portas		Por que ocorrem ?
Legislação frágil		Por que ocorrem ?
Segurança	Agência	

Outro componente do modelo deve ser analisado : **a cultura japonesa.**

Cultura Nacional – certos elementos do sistema Toyota e modelo japonês de administração são fortemente influenciados pelos valores da cultura nacional do Japão. Combate ao desperdício e trabalho de grupos são dois desses elementos.

O hábito de combater o desperdício é exemplo de traço cultural muito antigo. País pequeno, com poucos recursos naturais, o Japão estimulou em seu povo o espírito de economia e eficiência, a combatividade e a capacidade de cooperação para sobreviver num ambiente hostil. Depois da guerra, a escassez de recursos tornou-se dramática, provocando dificuldades que só se amenizaram como resultado de um longo período de trabalho duro e metódico. É natural que os japoneses tenham adotado seriamente a doutrina de aprimorar continuamente a utilização de recursos na administração de suas empresas.

Os japoneses aliaram outro ingrediente importante do modelo de administração : o trabalho em grupo. A necessidade de cooperar e o sistema feudal que vigorou no Japão até a era Meiji, no final do século XIX, tiveram forte influência sobre a capacidade de trabalhar em grupo. Os senhores feudais tinham ao redor de si os samurais, que eram cercados pelos demais guerreiros e outros servidores. Era essencial fazer parte de um desses círculos para manter a identidade e o amor próprio. O guerreiro que por qualquer motivo não estivesse associado a um senhor ou samurai tornava-se uma pessoa insegura e sem perspectivas, o equivalente a um desempregado de nossos dias. A cultura de arroz, que requer a colaboração, a vida familiar e a própria arquitetura residencial japonesa, que dificulta o isolamento e desenvolve a sensibilidade em relação a presença alheia, são outros fatores que ajudaram a criar e fortalecer um sentido de interdependência individual. Um desdobramento importante dessa tradição é o espírito da lealdade ao grupo, que se reflete numa ética de responsabilidade social: o indivíduo acostuma-se a pensar antes nos outros que em si próprio.

Outro reflexo desse traço cultural é o processo decisório, que se baseia mais

no consenso que na autoridade gerencial. As conclusões mostram que o consenso é o valor cultivado pelos japoneses, ao passo que os latinos parecem preferir os mecanismos da autoridade centrada no chefe.

A cultura nacional japonesa, como acontece em qualquer outro país, influencia fortemente os hábitos e valores dos gerentes de suas organizações e a maneira como elas são administradas. Este é o terreno da cultura organizacional que se desenvolveu no Japão.

CULTURA ORGANIZACIONAL – As empresas japonesas motivaram muitos pesquisadores a procurar entender as razões de seu sucesso. William Ouchi é um desses pesquisadores. Num estudo publicado no início dos anos 80, ele identificou diversas características específicas das empresas japonesas :

- emprego vitalício
- carreira lenta
- carreira generalista
- controle implícito (disciplina interior)
- decisão por consenso
- responsabilidade coletiva
- orientação sistêmica.

Para Ouchi, essas características criam um espírito de família dentro da empresa, marcado pela confiança mútua. Os empregados retribuem a segurança no emprego com lealdade, obediência e trabalho esforçado. O resultado final é maior produtividade., decorrente do sentido de autonomia e satisfação do empregado, por trabalhar dentro de um ambiente amigável. A esse conjunto de idéias, Ouchi chamou de Teoria Z.

A origem desse comportamento na sociedade industrial japonesa moderna, segundo Ouchi, está no imperativo cultural : os valores e hábitos herdados do período feudal, que acostumaram empregados e empregadores a desenvolver relações de forte interdependência. As organizações ocidentais, especialmente as americanas, em contraste, têm outras bases culturais, outros costumes, valores e atitudes em relação à empresa e ao chefe. Há diferença marcante entre a vida pessoal e a profissional. De forma geral, as relações são mais profissionais e menos familiares que nas empresas japonesas e, portanto, o compromisso mútuo é mais frágil. A pessoa sente-se livre para procurar outras oportunidades e as empresas não se comprometem com o emprego vitalício. Essa diferença não impediu que algumas empresas ocidentais bem sucedidas, como IBM, HP, Eastman-Kodak, desenvolvessem características semelhantes às japonesas, porque na média, segundo Ouchi, as organizações de sucesso são parecidas.

Em resumo é arriscado e enganoso tentar explicar o sucesso japonês de maneira simplista, fazendo-o depender apenas da base cultural. Além disso, em meados dos anos 90 os japoneses perderam a dianteira, que foi tomada novamente pela indústria automobilística ocidental, que aprendeu a lidar com o conceito de produção enxuta sem alterar sua base cultural.

O MODELO JAPONÊS NO OCIDENTE

Até meados dos anos 70, pouco se ouvia falar do sistema japonês no ocidente, sendo conhecido apenas os círculos de controle de qualidade. O modelo americano dominava a prática e o ensino da administração em todo o mundo. A única novidade estranha a esse monopólio era o sistema Volvo de trabalho em grupo na linha de montagem. Desconhecia-se nessa época, que os japoneses já aplicavam o mesmo princípio desde o início dos anos 50. Quando os produtos japoneses adquiriram a reputação de alta qualidade e baixo preço, e começaram a dominar os mercados em todo o mundo, nasceu o interesse em conhecer seus métodos de administração. Esse interesse intensificou-se nos anos 80, quando empresas como Toyota, Honda e Nissan se instalaram nos EUA e na Europa, impressionando as empresas locais com a superioridade de seus métodos de produção eficiente e sua maneira participativa e igualitária de tratar funcionários. Os americanos observaram com surpresa a estratégia de envolver os funcionários no processo decisório, a técnica do just in time e a abolição das distinções hierárquicas. Em 1986, uma publicação mostrou o presidente da Honda americana e seus funcionários compartilhando o mesmo escritório, o que contrariava radicalmente a antiga prática de isolar os executivos e atribuir-lhes símbolos de importância, para diferenciá-los dos demais funcionários.

Quanto mais se tornava conhecido, mais o modelo japonês revelava a simplicidade de seus componentes : eficiência, qualidade e participação dos funcionários nas decisões. A receita era simples, e na verdade, era ocidental. Com o tempo, os ocidentais aprenderam a colocá-la em prática. Nos anos 90, o modelo japonês já havia deixado de ser exclusivamente japonês, tornando-se o padrão das empresas que pretendiam alcançar e manter a capacidade de competir em escala global.

As empresas ocidentais imitaram as japonesas pela evidência de superioridade dos métodos de produção e de administração. No modelo de organização que emergiu do sistema Toyota, os trabalhadores são poucos especializados e agrupam-se em equipes autogerenciadas e multifuncionais, que incluem os especialistas que antes eram segregados no topo. Os numerosos escalões hierárquicos da empresa ocidental reduzem-se a três ou cinco, mesmo nas de maior porte. Funções especializadas que se revestiam de grande importância

no modelo convencional e estavam próximas da cúpula, distribuem-se nos grupos operacionais.

Uma empresa fabricante de autopeças exemplifica a utilização deste modelo de organização. Desde de meados dos anos 80 desenvolveu e implantou um modelo de organização enxuta, formada por células especializadas em produtos. Cada célula tem diversos trabalhadores e conta com todas as máquinas necessárias para a fabricação do produto. As células são auto-suficientes e forma a base de uma estrutura organizacional especializada. Elas agrupam-se em módulos e os módulos em divisões, que são áreas de negócios especializadas em clientes. As divisões, assim como as células, são auto-suficientes, incorporando as funções de marketing e tecnologia. Em vez de uma hierarquia complexa, apenas cinco níveis, para abranger 2.500 funcionários.

ANEXO 2 – A INTELIGÊNCIA DA PRODUÇÃO ENXUTA

A INTELIGÊNCIA DA PRODUÇÃO ENXUTA

Antônio João de Brito¹

¹Mestre em Administração de Empresas pela EAESP/FGV, coordenador do curso de Administração das Faculdades Hoyer.

E-mail: anjobri@yahoo.com.br Telefone: (19) 3865-4040

A INTELIGÊNCIA DA PRODUÇÃO ENXUTA

RESUMO

O sistema de gestão da produção desenvolvido na Toyota Motor Company, Nagoya, Japão, ficou mundialmente conhecido como “produção enxuta”, expressão traduzida de “*lean manufacturing*”, criada por John Krafcik, pesquisador do Massachusetts Institute of Technology.

Das origens desse método de produção aos dias atuais, novos conceitos foram agregados, como o de inteligência de redes e de tecnologia de informação, proporcionando uma melhor compreensão desse sistema de gestão, bem como, possibilitou entender a magnitude dos impactos provocados nas organizações a partir da adoção dos mesmos. Durante esse mesmo período, a influência desses conceitos sobre o pensamento administrativo deu condições para o florescimento de uma bem caracterizada “filosofia de gestão”, passando a orientar não mais somente a produção, mas todo o negócio da organização.

O propósito deste artigo é analisar a trajetória do método da produção enxuta até os nossos dias, demonstrando como se configura como uma filosofia de gestão e que impactos provocou nas organizações, a partir do conceito de mobilidade de sua inteligência.

Introdução

A produção enxuta tem sido vista por muitos estudiosos como a antítese da produção em massa, e sob essa visão simplista surgiram expressões bastante difundidas, como toyotismo ou ohnismo em oposição a fordismo ou taylorismo. Maior amplitude tem ainda o pensamento de que essa é uma nova fórmula de sucesso adaptada à economia global e ao sistema produtivo flexível (CUSUMANO ap. CASTELLS 1999). Também surgiram visões relacionadas às formas de organizar a produção de bens e serviços segundo as épocas em que estas predominaram, (CORIAT ap. HIRATA, 1993), que sugere ser, além de uma evolução do fordismo para o pós-fordismo, a adequação das técnicas fordistas de produção para um período histórico e econômico, em que predominou a redução de custos de fabricação através da padronização de produtos, frente a uma situação de mercado em expansão onde se necessitava produzir em grandes lotes e volumes, caracterizando a produção em massa, enquanto as técnicas da produção enxuta são mais apropriadas para fabricação a custos baixos de produtos destinados a mercados estagnados, em crescimento lento ou que estejam em expansão, mas que são exigentes em variedade e diferenciação, impondo-se a necessidade de produção em lotes e volumes menores.

O fato concreto revelado pela intensidade das discussões e interesse pelo estudo da produção enxuta é que os métodos empregados promoveram muito mais do que ganhos de produtividade, refletindo grandemente sobre a competitividade e influenciando a estratégia empresarial das empresas que passaram a adotá-lo, principalmente porque estas conseguiram integrar de forma mais adequada a fabricação como parte da estratégia de negócios, e começaram a desfrutar dos resultados de relacionar o potencial e os recursos da empresa às oportunidades do mercado (SKINNER 1976).

Subjacentes a tais resultados estão as razões que tornaram a produção enxuta um modelo de gestão da produção bem sucedido, a ponto de ser adotado por empresas de variados ramos, em diversas partes do planeta, e que envolveu toda a organização em seu negócio. Sob esse ponto de vista, conhecer e compreender tais razões é um importante esforço que precisa ser desenvolvido, cujos conhecimentos contribuirão eficazmente para aplicações em diversas outras áreas da gestão empresarial, tanto em nível estratégico, como operacional.

O objetivo deste artigo é identificar e analisar as razões e condições do surgimento da produção enxuta e, como um método de gestão, o que tornou possível alcançar melhores resultados quando comparado ao sistema de produção em massa, introduzido por Ford, cerca de quase três décadas antes. Através de um estudo comparativo das características de ambos modelos de gestão, à luz dos conceitos de inteligência de rede (SAWHNEY & PARIKH, 2001), procura-se demonstrar os impactos nas organizações e suas características como uma crescente filosofia de gestão.

O Modelo de Gestão da Produção em Massa

Quando Ford introduziu a linha de montagem de automóveis em fluxo contínuo, em 1913, na fábrica de *Highland Park*, em Detroit, Estados Unidos, provocou tanto impacto quanto o que provocam hoje as técnicas industriais japonesas. A Tabela 1, a seguir, que compara a produção artesanal tardia com a produção em massa na mencionada fábrica proporciona uma idéia desse impacto.

Tabela 1 – Produção Artesanal versus Produção em Massa
na Área de Montagem: 1913 versus 1914

Minutos para Montar	Produção Artesanal Tardia Outono 1913	Produção em Massa Primavera 1914	Percentual da Redução do Esforço
Motor	594	226	62
Gerador	20	5	75
Eixo	150	26,5	83
Componentes Principais em um Veículo Completo	750	93	88

Nota: A “produção artesanal tardia” já incluía vários dos elementos da produção em massa, em particular peças consistentemente permutáveis e minuciosa divisão do trabalho. A grande mudança de 1913 para 1914 foi a transição da montagem estacionária para a móvel.

Fonte: Calculado pelos autores a partir de dados fornecidos em David A Hounshell, from the *American System to Mass Production, 1800 – 1932*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1984, pp. 248, 254, 255 e 256. Os dados de Hounshell se baseiam nas observações dos jornalistas Horace Arnold e Fay Faurote, narradas em “Ford Methods and the Ford Shops”, *Engineering Magazine*, 1915, Nova York.

Extraído de WOMACK, James P., JONES, Daniel T. & ROOS, Daniel. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro, Campus, 1992, pp. 17.

Outros dados também refletem a magnitude dos impactos provocados a partir da implantação do sistema inovador de produção em massa, assim denominado por Ford. A produção anual dos modelos fabricados artesanalmente girava em torno de 1.000 unidades ao ano por fabricante, enquanto em 1920 a Ford produziu quase 2 milhões de unidades do mesmo modelo. Nessa época, a Ford já havia reduzido o preço de venda ao consumidor final de seu modelo T em mais de 2/3 (WOMACK et al. 1992).

Apesar de todo sucesso alcançado por Ford, com a massificação da produção de seu único modelo padronizado, esse sucesso mais se verificou dentro da fábrica, “*mas jamais elaborou a organização e o sistema administrativo necessários para efetivamente administrar o sistema total de fábricas, as operações de engenharia e os sistemas de marketing exigidos pela produção em massa.*” (WOMACK et al. Ib. p.28).

A solução desses problemas negligenciados por Ford, dotado de um estilo pessoal e paternalista para conduzir os negócios, teve lugar em outra empresa norte-americana, a General Motors, por meio de Alfred Sloan, que, em meados da década de 1920 e através de sua equipe, desenvolveu e implementou sistemas gerenciais que permitiram a administração descentralizada das operações e de marketing, a partir de uma pequena sede da corporação, através de relatórios e por números. Essa foi a complementação necessária que faltava para que o sistema de produção em massa iniciado por Ford adquirisse as características atuais.

O apogeu da produção em massa de automóveis, considerando o domínio das indústrias norte-americanas sobre esse mercado, em nível mundial, ocorreu em 1955, quando as três grandes empresas – Ford, GM e Chrysler – eram responsáveis por 95% das vendas dos mais de 7 milhões de veículos dentro do mercado norte-americano. Nesse mesmo ano, a América do Norte detinha quase 75% da produção mundial de automóveis, e a Europa, cujas indústrias operavam nos mesmos moldes das americanas, tinha cerca de 22 ou 23% da produção, cabendo os 2 ou 3% remanescentes para o restante do mundo, inclusive o Japão.

O Surgimento da Produção Enxuta

No início da década de 1950, a Toyota estava desenvolvendo e implantando seu sistema de gestão de produção que se tornaria difundido para as demais empresas japonesas e, depois, para outras partes do mundo, principalmente América do Norte e Europa. Esse sistema de gestão da produção veio a ser caracterizado, na década de 1990, como produção enxuta, termo traduzido da expressão inglesa *lean manufacturing*.

Os resultados alcançados com a produção enxuta podem ser demonstrados a partir da Pesquisa Mundial das Montadoras, realizada pelo IMVP – International Motor Vehicle Program (Programa Internacional de Pesquisa sobre a Indústria Automobilística), do Massachusetts Institute of Technology – MIT, extraídos de Womack et al. (1992), para montar a Tabela 2 – Algumas Características das Montadoras e Fornecedores. Essa tabela ressalta os resultados da produção enxuta, admitindo-se que a mesma se encontra bastante disseminada nas montadoras e fornecedores japoneses, em comparação com as montadoras norte-americanas e européias, que ainda não adotavam ou implantavam parcialmente esse sistema de gestão da produção, durante o período que compreendeu a pesquisa, entre 1989 e 1990. A mesma tabela destaca ainda a experiência da adoção da produção enxuta das montadoras japonesas que operam na América do Norte.

O que salta aos olhos numa primeira observação é a redução do tempo na produção dos veículos pelas montadoras japonesas: 33% menor do que as norte-americanas na América e 53,5% do que as européias, além de apresentar uma qualidade superior, com 27% menos defeitos em relação às norte-americanas e 38% menor do que as européias. De maneira semelhante ao impacto provocado pela produção em massa, essa primeira dimensão pode traduzir-se em benefícios para os consumidores, como a redução dos preços, e para as montadoras através da elevação da lucratividade.

Vale ressaltar que a maioria dos benefícios aos consumidores, na medida em que não implicavam em elevação significativa dos preços, se constituíam em um processo que agregava cada vez mais valor aos produtos fabricados. Como resultado, o nível de satisfação dos consumidores elevou-se, assim como também o de exigência, implicando numa sofisticação das práticas de marketing, impulsionando os métodos gerenciais dessa área de relacionamento com o mercado. Apesar de não ser esse um objetivo inicial dos métodos de produção enxuta, os mesmos se harmonizavam muito bem com os de marketing.

Outras dimensões tornaram-se possíveis de serem analisadas a partir da produção enxuta, notadamente no que se refere ao comportamento dos trabalhadores e o relacionamento com fornecedores, conforme demonstrado na tabela acima, como a participação dos trabalhadores em equipes e a rotação de tarefas que envolvem a força de trabalho, resultando em motivação que pode ser medida pelo número de sugestões e absenteísmo, cujos indicadores da tabela para as montadoras japonesas são muito superiores às das norte-americanas e européias. Ainda no âmbito comportamental, o relacionamento das montadoras com os fornecedores é mais próximo e envolvente, o que também os torna mais cooperadores. Todas essas dimensões refletem em menores custos de produção e menor esforço de gerenciamento das operações, alcançado pelo desenvolvimento e aplicação de algumas ferramentas gerenciais, conforme veremos a seguir.

Tabela 2 – Algumas Características das Montadoras e Fornecedores

Indicadores	Japoneses no Japão	Japoneses na América	Norte-Americanas na América	Toda Europa
Desempenho: (1)				
Produtividade (horas/veículo)	16,8	21,2	25,1	36,2
Qualidade (defeitos de montagem/100 veículos)	60,0	65,0	82,3	97,0
Layout: (1)				
Espaço (m ² /veículo/ano)	0,53	0,85	0,72	0,72
Área de Reparos (% do espaço de montagem)	4,1	4,9	12,9	14,4
Estoques (dias para amostragem de 8 peças)	0,2	1,6	2,9	2,0
Força de Trabalho: (1)				
% da F. T. em Equipes	69,3	71,3	17,3	0,6
Rotação de Tarefas (0=nenhuma; 4=freqüente)	3,0	2,7	0,9	1,9
Sugestões por Empregado	61,6	1,4	0,4	0,4
Treinamento de Novos Trabalhadores (horas)	380,3	370,0	46,4	173,3
Absenteísmo	5,0	4,8	11,7	12,1
Automação: (1)				
Soldagem (% passos diretos)	86,2	85,0	76,2	76,6
Pintura (% passos diretos)	54,6	40,7	33,6	38,2
Montagem (% passos diretos)	1,7	1,1	1,2	3,1
Relacionamento Fornecedor/Montadora: (2)				
Nº de Fornecedores para Planta Montadora	170	238	509	442
Níveis de Estoques (dias para 8 peças)	0,2	1,6	2,9	2,0
Proporção de Peças Entregues <i>Just-in-time</i> (%)	45,0	35,4	14,8	7,9
Proporção de Peças com um só Fornecedor (%)	12,1	98,0	69,3	32,9

Notas e Fontes:

(1) Extraído de Womack et al. Figura 4.7 *Síntese das Características das Montadoras e Grandes Produtores, 1989 (Médias das Fábricas de Cada Região)*, Página 82.

(2) Extraído de Womack et al. Figura 6.1 *Comparação de Fornecedores por Regiões*, Página 152.

Ferramentas da Produção Enxuta

As ferramentas que permitiram à produção enxuta alcançar os resultados demonstrados através da Tabela 2 facilitavam a busca pelo que agrega valor ao consumidor, consistindo, basicamente, na melhor alocação dos recursos de produção disponíveis, qualificação da mão-de-obra, redução de estoques e racionalização do tempo, que contribuíram para a redução de custos. (ZAWISLAK et al. 2000).

O conjunto de ferramentas sempre foi orientado para a produção em séries restritas de produtos diferenciados e variados, que se constitui na essência da produção enxuta, e conforme destacou Coriat (1994) reunia a produção *Just in Time*, o método *Kan-Ban* de gestão de pessoas pelos estoques e a prática de *Kaizen*. A compreensão dessas ferramentas básicas depende de uma visão sistêmica, que o tempo todo influencia o comportamento das pessoas envolvidas na sua utilização, do chão de fábrica aos executivos, o que possibilita interpretar a produção enxuta como um sistema integrado de princípios, práticas operacionais e ferramentas que tornam possível a desejada agregação de valor ao consumidor.

Segundo Hunphrey ap. Castro (1995), *just in time* pode ser definido como a produção da quantidade certa, com a qualidade certa, no exato momento em que ela é exigida, mas destaca esse autor que tal definição é em termos abstratos. Esse conceito pode ser ampliado para uma estratégia de competição industrial para capacitar a empresa responder mais efetivamente às flutuações do mercado, na qual reside a essência do método de produção adotado pela Toyota, utilizando técnicas que visam atingir um padrão de qualidade elevado, como proporcionam as práticas de *kaizen*, que tem como conseqüências a redução de custos, porque elimina o que não agrega valor, e o aumento da produtividade, tudo de forma integrada, resultando na circulação mais rápida do capital, o que se consegue com o método *kan-ban* (RUAS ap. HIRATA, 1993).

Assim caracterizada, a produção *just in time* necessita que a flexibilidade seja um dos seus elementos constitutivos, como a técnica de produção celular, que permite organizar a produção em células que processam um produto específico completamente, ou partes inteiras de um processo mais amplo e complexo. Essa flexibilidade originada da organização celular também exige a realização de funções múltiplas pelos trabalhadores, resultando num melhor aproveitamento da mão-de-obra e de suas competências, melhor traduzindo o conceito de polivalência em que tais operários realizam tarefas que não exclusivamente de produção, como, por exemplo, manutenção, ajustamento, limpeza e controle de qualidade.

Organizado o trabalho na produção dessa maneira, a primeira conseqüência é a redução de pessoal e de níveis hierárquicos, notadamente aqueles que cuidam da ligação entre os operários e a gerência, ou seja, os níveis intermediários de supervisão.

A redução de pessoal não decorre somente da agregação de outras tarefas não exclusivas de produção, mas principalmente pela adoção do método *kan-ban*. A idéia original desse método, cuja implantação na fábrica da Toyota se deu no início de década de 1950, é que atrás do estoque há um excesso de pessoas empregadas em relação ao nível de demanda, porque estas não estão diretamente relacionadas à produção e, portanto, não agregam valor. Tal idéia está em harmonia com os requisitos da produção *just in time*, pois serão dimensionados estoques para produzir somente o que for necessário e, nesse caso, o necessário é o que já foi vendido; não há estoques de matérias-primas e partes componentes esperando para serem processadas, nem tão pouco produtos acabados aguardando serem vendidos. Não existindo tais estoques, não se requer pessoas em excesso nem áreas e equipamentos para armazená-los e movimentá-los.

Entretanto, a adoção do método *kan-ban* impõe mais flexibilidade, tanto na capacidade dos métodos de planejamento integrado das operações da empresa, como para os fornecedores, pois deles será exigido pontualidade nos suprimentos das matérias-primas e partes componentes. Exige-se constante troca atualizada de informações entre todas as etapas envolvidas da produção com o controle e gestão da

mesma, e que não se limita ao âmbito interno da empresa, em si, pois transcende seus limites e afeta as relações diretas com os fornecedores mais próximos e, por consequência, dos fornecedores desses.

Percebe-se que a concepção do método *kan-ban* vai além das técnicas empregadas para sua operacionalização, como é o caso dos cartões que, provavelmente pela sua simplicidade, foram adotados na Toyota. Quanto a este fato, Coriat (1994) destaca o espírito pragmático de Taiichi Ohno, executivo da Toyota responsável por todas essas inovações e, em especial, pelo princípio de “administrar com os olhos” que é um princípio de gerência das fábricas da empresa e de seus fornecedores e subcontratados, cuja técnica empregada, também bastante simples, consiste de cartazes indicadores do estado das linhas e dos problemas existentes, chamados de *Andon*.

Neste ponto da explanação sobre as ferramentas da produção enxuta surge a oportunidade para tratar de um conceito que permeia todo o sistema, dentro e fora da empresa, que é o *Kaizen*, visto já estar demonstrada necessidade e o papel importante que tem a qualidade e a melhoria constante em todos os processos e etapas da fabricação e distribuição dos produtos.

Segundo Fleury (1993), o *kaizen* é uma postura crítica das empresas japonesas que se traduz num esforço contínuo para aumentar a eficiência dos processos produtivos e aplica diversas técnicas para essa finalidade: TQC – Total Quality Control, Análise de Valor e CCQ – Círculos de Controle de Qualidade, dentre outras. O contexto em que tal autor coloca essa postura não envolve de maneira exclusiva o esforço de automação industrial; muito pelo contrário, a automação figura como uma das possíveis alternativas para aumentar a produtividade, sendo necessária a partir do momento em que se esgotou o elenco daquelas de racionalização e de mudança de processos, conferindo-lhe um caráter evolutivo.

Foi a preocupação com a automação que influenciou, inicialmente, a concepção do sistema de produção da Toyota, no final da década de 1940. Quando foram realizadas as primeiras inovações organizacionais para introduzir a automação no setor automobilístico, procurou-se tirar benefícios do conhecimento acumulado no setor têxtil, e utilizar esse “saber fazer” para atribuir a um mesmo operário a condução e gestão simultânea de várias máquinas, e depois, evolutivamente, as tarefas de ajustes, manutenção e limpeza (CORIAT, 1994).

A adoção da postura crítica de melhoramento contínuo, traduzida pelo *Kaizen*, vai caracterizar uma estratégia predominante nas empresas japonesas de inovações incrementais, pois partindo de uma fase inicial, de copiar produtos de grande reputação no mercado e, a partir daí, melhorar a sua qualidade e aumentar a produtividade em sua fabricação, garantindo um elevado acervo de capacitação tecnológica, para numa fase posterior, apresentar ao mercado novos produtos e processos desenvolvidos com esse acervo.

Fica bastante claro que *just in time*, *kan-ban* e *kaizen*, não funcionam bem isoladamente e, como já foi destacado anteriormente, a produção enxuta torna-se melhor compreendida sob uma ótica sistêmica. É exatamente essa ótica que expande o conceito para um sistema mais amplo que envolve a empresa principal, uma montadora de veículos, por exemplo, e seus fornecedores. A implantação da produção enxuta, a exemplo do que aconteceu com a pioneira Toyota, inicia-se com essa empresa e vai envolvendo seus fornecedores, de forma a ampliar o sistema e, inevitavelmente, tais fornecedores precisam incorporar todas essas práticas para se nivelarem, em todos os aspectos organizacionais, tecnológicos e de qualidade, à empresa principal. Também, na distribuição dos produtos ao mercado prosseguirá esse processo, envolvendo toda a cadeia produtiva que leva satisfação ao consumidor final.

A esta altura da exposição torna-se apropriado destacar o efeito principal dessa integração sobre os custos, preços e lucratividade das empresas envolvidas e suas conseqüências organizacionais. Womack et al. (1992) destaca que os fornecedores precisam compartilhar informações substanciais internas de custo e de técnicas de produção com a montadora e, conjuntamente, repassar os detalhes do processo de produção visando cortar custos e melhorar a qualidade. São contrapartidas necessárias que estimulam as montadoras a respeitarem a necessidade de lucratividade razoável dos fornecedores, devido à imposição sobre eles de repassarem os benefícios das inovações incorporados aos componentes dos produtos, sob a forma de preços menores, qualidade assegurada e pontualidade na entrega, ante a uma necessidade de manterem estoques próximos de zero, mas que se consegue somente com acordos e contratos de longo prazo e, ainda, o comprometimento de a empresa principal estar sempre privilegiando esses parceiros mais próximos, em suas expansões para novas fábricas e novos mercados geográficos. A Tabela 2 revela essa situação através do menor número de fornecedores das montadoras japonesas. Adicionalmente, torna-se oportuno acrescentar essa mesma necessidade em relação aos distribuidores, de modo a estender uma única filosofia para toda a cadeia de satisfação do consumidor.

A Inteligência da Organização através da Produção Enxuta

A organização da produção e de todas as demais atividades funcionais de uma empresa precisa seguir uma orientação básica que criará as condições necessárias para viabilizar o alcance de seus objetivos, bem como, vai definir sua estrutura organizacional. Nessa linha de pensamento, os trabalhos de Chandler (1993) demonstram a relação direta existente entre a estratégia da organização e sua estrutura, porque esta última terá o conjunto necessário de funções que vai viabilizar a estratégia escolhida.

Quando Taiichi Ohno deu os primeiros passos para desenvolver e implantar o sistema de gestão da produção na Toyota, ele o fez baseado em dois princípios: a produção *just in time* e a auto-ativação da produção. Tais princípios nortearam a estratégia da empresa e estimularam todas as mudanças organizacionais necessárias que precisavam ser implementadas para alcançar os objetivos visados, constituindo-se num exemplo bastante original de aplicação do pensamento de Chandler, ainda que não tenha sido essa a intenção original.

A partir do desenvolvimento inicial na Toyota, do que viria ser conceituado como produção enxuta, até o estágio de provocar admiração dos executivos e interesse dos pesquisadores norte-americanos e de outras nações industriais desenvolvidas, decorreram cerca de duas décadas. Entretanto, o que torna mais interessante ainda esse processo de desenvolvimento, é que o conhecimento mais recente consegue explicar melhor os fatores de sucesso dessa concepção de gestão, notadamente no que se refere à inteligência nela contida.

Para prosseguir, necessita-se compreender o que é inteligência e, depois, situá-la no contexto da gestão da produção e da organização em seu todo. Os conceitos relativos à inteligência, sua migração e aspectos da inteligência em redes foram extraídos e adaptados de SAWHNEY & PARIKH (2001).

A inteligência é uma capacidade para resolver situações problemáticas novas a partir do entendimento e reestruturação das informações percebidas e, ao mesmo tempo, é o conjunto dessas capacidades atribuídas a algo, como um sistema, processo, equipamento ou alguém. Para esses autores, a inteligência, em si, é estática e somente pode ser aplicada onde ela existe ou está localizada. Mas no contexto das redes, e acréscimo ao dos sistemas, diferentes tipos de inteligências são requeridos para executar uma tarefa e, portanto, precisam estar reunidas onde serão aplicadas. Assim, o sistema precisa

de uma infra-estrutura que possibilite alocar diferentes inteligências para serem aplicadas onde e quando forem necessárias.

Numa primeira comparação, o sistema de produção em massa introduzido por Ford, não conseguia reunir adequadamente todas as inteligências necessárias, porque não possuía uma infra-estrutura que atendia essa demanda. Assim, as inteligências estaticamente localizadas nos processos produtivos e, especificamente na linha de montagem dos automóveis, somente produziam o efeito positivo onde podiam ser aplicadas, porque atuavam de maneira isolada e tornavam o sistema limitado, quando visto de uma perspectiva gerencial. Entretanto, onde esses efeitos se fizeram presentes, causou impactos que representaram resultados bastante expressivos. Conforme destacado anteriormente, o modelo fordista foi posteriormente melhorado por Alfred Sloan, que o complementou em suas carências gerenciais.

Aqui cabe diferenciar a natureza das inteligências necessárias para os processos produtivos e da própria linha de montagem, dos gerenciais. A inteligência requerida para a linha de montagem tem uma natureza “de base”, diretamente aplicada ao processamento destinado produzir bens e serviços, enquanto que a inteligência dos processos gerenciais tem uma natureza “de frente”, para processar as informações sobre o que é feito na linha de produção, que é o controle das atividades e dos recursos que são necessárias para o sistema completo alcançar seus objetivos. A inteligência de base se aplica ao fluxo físico de matérias-primas, partes componentes e aplicação do trabalho, enquanto que a inteligência de frente se aplica sobre as informações associadas ao fluxo físico, o que é tipicamente gerencial. Uma abordagem semelhante é feita por Katz & Kahn (1970), ao considerarem cinco diferentes subsistemas que todo sistema social aberto possui, que são: subsistemas técnicos ou de produção, subsistemas de apoio, subsistemas de manutenção, subsistemas de adaptação e subsistemas gerenciais.

O sistema fordista de produção tinha muita inteligência “de base” e pouca, ou nenhuma “de frente”, e como a inteligência estava alocada de forma isolada, a carência da infra-estrutura para permitir a mobilidade de inteligências dentro ou ao longo da linha de montagem, acentuava ainda mais suas limitações iniciais, como um sistema de gestão da produção. A riqueza da inteligência de base do modelo de Ford estava na “...completa e consistente intercambialidade das peças e na facilidade de ajustá-las entre si.” (WOMACK et al. Ib. p.14). Foi essa inteligência de base que tornou possível gerar uma outra num nível mais avançado: tornar possível a linha de montagem móvel.

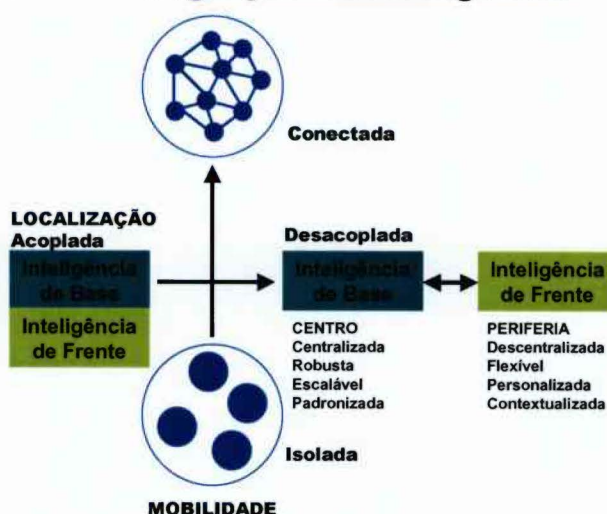
Quando predominava a produção artesanal de automóveis e não estavam ainda disponíveis tecnologias que permitiam a padronização das peças, através do uso de máquinas ferramentas, a inteligência de base também era outra e esta evoluiu ao possibilitar a intercambialidade das peças, mas continuou com a mesma natureza, ou seja, de base. É claro que havia na fábrica de Ford um esforço organizacional para permitir o gerenciamento da produção, mas este se dava muito mais em função da “fabricação” porque os princípios que a norteavam eram de fabricação, e não para proporcionar “facilidades de fabricação”, em que os princípios norteadores são gerenciais.

Em certo sentido, a inteligência de frente estava acoplada à de base e isso não permitia flexibilidade alguma à produção organizada dessa maneira. Com as inovações gerenciais promovidas por Alfred Sloan, muito da inteligência de frente que era necessária foi acrescentado ao modelo, mas convenientemente desacoplada, ou seja, ambas inteligências tornaram-se unidades distintas e passaram a ter mobilidade e flexibilidade, o que deu características peculiares de uma produção organizada e

possível de ser totalmente gerenciada, ainda que centralizadamente. A Figura 1 ilustra o conceito de migração da inteligência.

Figura 1
Os Dois Modelos de Migração da Inteligência

Como as tecnologias de rede têm avançado nos anos recentes, tanto a localização como a mobilidade da inteligência da rede tem mudado dramaticamente. No que se refere à localização, a inteligência de base está sendo embutida numa infra-estrutura que pode ser partilhada bem no centro [core] da rede, enquanto a inteligência da linha de frente está sendo fragmentada em muitas diferentes formas na periferia da rede, onde estão os usuários. Quanto a mobilidade, grandes unidades de inteligência que, antes, estavam desconectadas, estão se transformando em pequenas unidades de inteligência que flutuam livremente pela rede e que podem ser reunidas em conjuntos temporários onde e quando forem necessários para resolver problemas.



Fonte: Sawhney, M. & Parikh, D. Where value lives in a networked world. *Harvard Business Review*, January/2001, p.80.

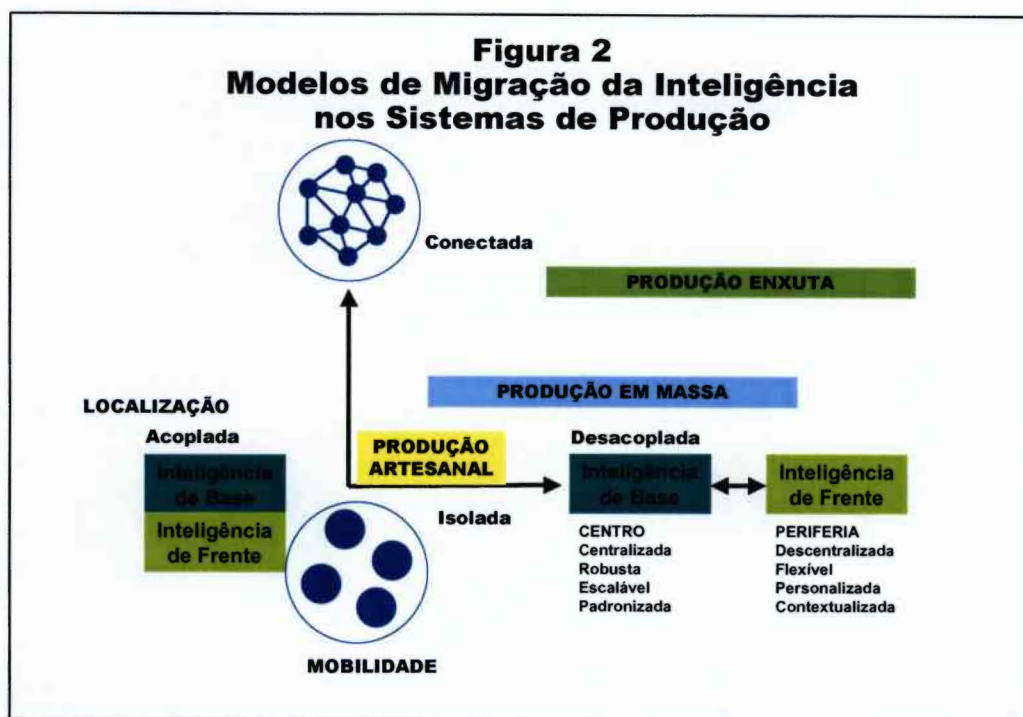
Durante o desenvolvimento do sistema de produção da Toyota, mais inteligência de frente foi acrescentada ao modelo de produção, notadamente após a caracterização do *just-in-time* e a introdução da técnica de produção celular. Quando isso aconteceu, tanto a inteligência de base como a de frente deixaram de atuar isoladamente, e passaram a atuar de maneira conectada, possibilitando a total flexibilidade de gerenciamento descentralizado. Mais do que isso, essa prática estabeleceu as bases necessárias para a operação em rede, que logo viria a ser implementada com a incorporação das tecnologias de informação.

Uma primeira conclusão a que podemos chegar é que durante caminho percorrido da produção em massa para a enxuta, a inteligência migrou segundo dois modelos: de localização acoplada para desacoplada e de mobilidade isolada para conectada, conforme podemos apreciar na Figura 2.

Ainda segundo Sawhney & Parikh (2001), “a mobilização da inteligência tem profundas implicações organizacionais. Conectadas pela rede, diferentes companhias podem facilmente combinar suas capacidades [competências, habilidades] e recursos para formar alianças flexíveis e temporárias para capitalizar oportunidades em determinados mercados.” (Acréscimos do autor entre colchetes.) Todas as ferramentas da produção enxuta em seu período de desenvolvimento e implantação na Toyota, como o *just in time*, o método *kan-ban* e as práticas de *kaizen*, a partir de um certo estágio passaram a ser adotados pelos fornecedores diretos da montadora japonesa e, posteriormente, pelos fornecedores secundários. Aos poucos e na medida em que se disseminavam esses conceitos, bem como as novas tecnologias de informação eram incorporadas em todas essas empresas, organizaram-se verdadeiras redes de negócios com novos padrões muito claramente definidos de relacionamento e fornecimento,

em que a preocupação básica principal, ou seja, a nova orientação geral é a agregação de valor do princípio ao fim da cadeia de suprimento dos consumidores, culminando com o desenvolvimento de estruturas organizacionais que permitem a adoção de estratégias assim qualificadas.

A concepção de agregação de valor é muito poderosa, pois aumentar a utilidade da informação através das diversas etapas e elos da cadeia de valores torna-se importantíssimo pela razão de que em uma rede de negócios, principalmente quando baseada em informação e conhecimento, aumentar a utilidade da informação significa dotá-la de valor econômico; e onde a inteligência está presente, também há valor. Essa idéia, ainda que de forma não explícita, estava presente no pensamento de Taiichi Ohno, ao declarar o objetivo de eliminar o desperdício, ou seja, tudo aquilo que não agrega valor e, bem mais do que isso, passar a orientar a organização e suas estratégias para aquilo que gera e agrega valor.



Adaptado de Sawhney, M. & Parikh, D. Where value lives in a networked world. *Harvard Business Review*, January/2001, p.80.

Com a introdução dessas novas orientações e o uso de tecnologia de informação, as implicações foram ainda maiores. Nas últimas duas décadas tornou-se possível verificar que, à medida que o sistema de produção enxuta se consolidava na empresa principal, como uma montadora de automóveis, por exemplo, esta melhor definia os contornos de uma autêntica rede de negócios e o valor começou a concentrar-se cada vez mais nela. Ou seja, todas as empresas da rede de negócios possuíam inteligência suficiente para fazerem parte dela, porque agregavam valor ao longo da cadeia, mas o valor maior começou a concentrar-se naquelas empresas principais que orquestram o fluxo e combinação de inteligência. Em outras palavras, mais dinheiro pode ser feito através do gerenciamento das interações do que na execução das mesmas. Isso explica porque as montadoras de automóveis praticamente se concentraram nas funções de concepção e desenvolvimento de novos produtos e projetos, marketing e qualificação de parceiros, dando origem, inclusive a novas configurações de organização da produção,

como é o caso da nova fábrica de caminhões e ônibus da Volkswagen, em Resende – RJ, caracterizada como um consórcio modular, e da nova planta da General Motors, em Gravataí – RS, que visa tornar todas as atividades agregadoras de valor, num autêntico sistema produtivo *lean*.

Existem outras implicações organizacionais como a distribuição da capacidade das empresas em módulos, o enxugamento e casos de completo desaparecimento dos níveis gerenciais médios, que antes intermediavam a comunicação do chão de fábrica com a alta direção da empresa, quase que apenas para cumprirem com a função de transportarem informações, através da elaboração de relatórios de controle. Com a conexão eletrônica, tanto a informação como a inteligência passaram a ser transportadas mais facilmente, tornando a gerência média supérflua. Nessas redes de comunicação em que os extremos são inteligentes, a liderança e a estratégia ficam alocadas no nível gerencial mais alto, enquanto que a habilidade de ação e tomada de decisões operacionais é transferida para a periferia da organização, e o desafio que fica para os gerentes remanescentes de médio escalão é definir seus papéis como coordenadores, facilitadores, organizadores e mentores – para prover novos tipos de inteligência organizacional. Quanto às capacidades das empresas, estas estão se tornando cada vez mais modulares e facilmente distribuídas, como é o caso das diversas unidades de fabricação de uma montadora. As conexões em rede reúnem pessoas e equipes dispersas geograficamente para resolver os problemas dos clientes e responder rapidamente às oportunidades de mercado, e a interação destas vastas unidades é mediada, a cada momento, pela rede, e não por um *staff* gerencial grande, caro e lento. Agora começa a fazer sentido falar em companhias com habilidades distribuídas em vez de companhias com habilidades centralizadas.

À guisa de uma generalização quanto à inteligência da produção enxuta, tendo em vista todos os aspectos aqui abordados, principalmente no que se refere a caracterizá-la como uma filosofia de gestão, a sua inteligência configura-se como de uma rede e, como tal, oferece seus benefícios, mas exige das empresas que querem adotá-la estratégias próprias e uma estrutura organizacional compatível.

Essa inteligência de rede da produção enxuta, no contexto sócioeconômico de escala global, Castells (1999) o caracteriza como sendo de uma economia informacional e global. A produtividade e a competitividade das empresas e demais agentes econômicos dependem muito de sua capacidade de trabalhar com a informação (gerar e processar) e aplicá-la de forma eficiente, a partir de sua base de conhecimento e de capacitação tecnológica, que está associada à parte informacional. A global está associada à organização das atividades produtivas, o consumo, a circulação e a competição, bem como seus componentes: capital, trabalho, matérias-primas, administração, informação, tecnologia e mercados, diretamente ou em rede de conexões entre os agentes econômicos. A inteligência da produção enxuta e de suas variações de organização somente continuará existindo enquanto estiver agregando valor à cadeia de suprimento dos consumidores.

BIBLIOGRAFIA

- CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. v.1. São Paulo: Paz e Terra. 1999.
- CASTRO, Nadya Araújo de (org.) *A máquina e o equilibrista*. São Paulo: Paz e Terra. 1995.
- CORIAT, Benjamin. *Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização*. Rio de Janeiro: UFRJ/Revam. 1994.
- HIRATA, Helena Sumiko (org.). *Sobre o modelo japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho*. São Paulo: Edusp. 1993.

- KATZ, Daniel & KAHN, Robert L. *Psicologia social das organizações*. São Paulo: Atlas. 1970.
- SAWHNEY, Mohanbir & PARIKH, Deval, Where value lives in a networked world. *Harvard Business Review*, January/2001, pg 79 a 86.
- WOMACK, James P. et al. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus. 1992.
- ZAWISLAK, Paulo Antônio et al. *A produção enxuta e novos padrões de fornecimento em três montadoras de veículos no Brasil*. In: XXI Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 2000. São Paulo: Anais do XXI Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 2000. v. único.

ANEXO 3 - DECODIFICANDO O DNA DO SISTEMA TOYOTA

Decodificando o DNA do sistema Toyota

por Steven Spear e H. Kent Bowen

Num artigo da Harvard Business Review encontrei este trabalho dos pesquisadores Steven Spear e H Kent Bowen buscando entender porque tão poucas firmas no mundo conseguiram imitar com sucesso o modelo da Toyota- apesar desta companhia ter sido extraordinariamente aberta sobre seus processos.

A resposta, acreditam eles é que os observadores confundem as ferramentas e práticas que vêm com o sistema em si. Isto torna impossível entender o paradoxo: como as atividades, conexões, e fluxos de produção são rigidamente padronizados na Toyota e, ao mesmo tempo, as operações da Toyota são enormemente flexíveis e adaptáveis.

Após quatro anos de estudo, analisando não apenas a produção mas também os processos de apoio, os pesquisadores encontraram que a chave é compreender que a Toyota criou uma comunidade de cientistas, ou seja, todos usam o método científico para definir as especificações e um processo rigoroso de solução de problemas para realizar qualquer mudança. o método científico, tão enraizado na Toyota, não foi imposto, ou sequer adotado conscientemente. Surgiu naturalmente dos trabalhos da Cia ao longo de cinco décadas. Como resultado, as pessoas na Toyota tem dificuldade em explicar as coisas assim.

Os autores procuram explicitar o que é implícito no sistema Toyota através de um sistema de quatro regras - três de projeto e uma de melhoria - as quais mostram como a CIA organiza todas suas operações como experimentos e como é ensinado o método científico a todos os trabalhadores, em todos os níveis da organização.

Carlos Filgueiras

As quatro regras

Regra 1 - Todo trabalho deve ser altamente especificado quanto a conteúdo, seqüência, andamento e resultado.

Regra 2 - Cada conexão cliente-fornecedor tem que ser direta e deve existir um processo não ambíguo de fazer solicitações e receber respostas.

Regra 3 - O caminho para cada produto ou serviço deve ser simples e direto.

Regra 4 - Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método científico, sob a orientação de um instrutor, no nível organizacional mais baixo possível.

Regra 1 : Como as pessoas trabalham

O dirigentes na Toyota reconhecem que o demônio mora nos detalhes; é por isso que eles se certificam de que todo o trabalho seja altamente especificado quanto ao conteúdo, seqüência, andamento e resultado. Quando se instala o assento em um carro, por exemplo, os parafusos são sempre apertados na mesma ordem, o tempo requerido para cada parafuso é o mesmo, e também o torque aplicado. Tal exatidão é aplicada não apenas aos movimentos repetitivos dos trabalhadores na produção, mas também às atividades de todas as pessoas, independente de sua especialidade ou grau hierárquico. A exigência de que cada atividade seja assim especificada é a primeira regra não escrita do sistema. Dito assim, a regra parece simples, o tipo de coisa que se espera que qualquer pessoa entenda e seja capaz de cumprir sem dificuldade. Mas, na realidade usualmente não se toma essa abordagem fora da Toyota – mesmo que se pense estar fazendo.

Essa padronização rigorosa permite que seja visível imediatamente quando um executante tem problemas - quer seja pela inversão de atividades, quer seja pelo atraso visível em cada etapa. Assim que se detecta um desvio, o executante e seu supervisor podem tomar providencias imediatamente e decidir se é preciso retreinar o executante ou modificar o padrão.

Mesmo as atividades complexas e infreqüentes, tais como treinar a força de trabalho para uma nova fábrica, lançar um novo modelo, modificar a linha de produção ou transportar equipamento de uma fábrica para outra são projetadas conforme essas regras.

Exigindo que as pessoas façam seu trabalho seguindo uma seqüência altamente especificada, a Regra 1 as força a testar hipóteses pela ação. A execução da atividade testa as duas hipóteses implícitas em seu projeto: Primeira, que a pessoa realizando a tarefa é capaz de executá-la corretamente e, Segunda, que a execução desta tarefa produz realmente o resultado esperado.

Regra 2 - Como as pessoas são ligadas

Enquanto a primeira regra explica como as pessoas realizam seu trabalho individual, a segunda mostra como se conectam aos outros. Expressamos a segunda regra como se segue: cada conexão deve ser padronizada e direta, especificando de maneira inequívoca as pessoas envolvidas, a forma e quantidade dos bens ou serviços a fornecer, a maneira como cada cliente faz as requisições e o time esperado para que a entrega se realize. A regra cria uma relação cliente-fornecedor entre cada pessoa e aquele responsável por fornecer a essa pessoa cada bem ou serviço específico.

Como resultado, não há zonas cinzentas na hora de decidir quem fornece o que a quem e quando. Quando um trabalhador requisita peças, não há confusão sobre quem é o fornecedor, o número de unidades pedidas ou o tempo para entrega. Da mesma forma, quando uma pessoa precisa de assistência não há confusão sobre quem a providenciará, como a ajuda será iniciada e que serviços serão fornecidos.

A questão real que nos preocupa é se as pessoas interagem na Toyota diferente do que fazem em outras companhias. Na Toyota, comumente a requisição é feita com o uso do KANBAN - um cartão que especifica a peça desejada, a quantidade, a localização do fornecedor e do usuário (que instalará a peça). Na Toyota, kanban e

outros meios similares estabelecem ligações diretas entre os clientes e os fornecedores. A conexão é suave como a passagem do bastão nas melhores equipes olímpicas de revezamento porque é treinada e executada com o mesmo cuidado.

Outras companhias dedicam substanciais recursos para coordenar o trabalho das pessoas, nas as conexões, nelas, geralmente não são tão diretas e claras. Em muitas plantas, as requisições de materiais ou assistência seguem normalmente uma rota sinuosa desde o operário da linha até o fornecedor, via um intermediário. Qualquer supervisor pode responder a qualquer pedido de ajuda porque não se definiu uma pessoa específica para isso. A desvantagem desse processo, como a Toyota reconhece, é que, quando algo é problema de todos, torna-se problema de ninguém.

O requisito de se responder a solicitações de suprimento dentro de um tempo definido reduz ainda mais a variação. Isto é especialmente verdadeiro em requisições de serviços. Espera-se que o trabalhador que encontra um problema peça ajuda imediatamente. O assistente designado deve responder imediatamente e resolver o problema dentro do ciclo de trabalho do requisitante. Se não conseguir, a falha desafia as hipóteses estabelecidas nesta conexão cliente-fornecedor. Talvez o pedido de ajuda seja ambíguo. Talvez o assistente tenha muitos outros pedidos a resolver, talvez não esteja capacitado como solucionador do problema. Testar hipóteses constantemente dessa maneira mantém o sistema flexível, tornando possível ajustá-lo contínua e construtivamente.

O mais chocante sobre o princípio de se pedir ajuda imediatamente é que isto é, normalmente, contrário à intuição dos gerentes que encorajam os trabalhadores e resolver os problemas por si mesmos antes de pedir ajuda. Mas então os problemas permanecem escondidos e não são compartilhados ou resolvidos no âmbito da companhia. A situação se faz pior se os trabalhadores começam a resolver os problemas por si só e decidem arbitrariamente quando um problema é grande o bastante para merecer um pedido de ajuda. Os problemas então se amontoam e são resolvidos apenas muito mais tarde, quando informações valiosas sobre as causas reais podem já ter sido perdidas.

Regra 3 - Como a linha de montagem é construída

Todas as linhas de produção na Toyota devem ser projetadas de forma que cada produto ou serviço siga por um caminho simples e específico. Esse caminho não deve mudar, a menos que a linha de montagem seja expressamente reprojetada. Em princípio, não existem bifurcações ou voltas para complicar o fluxo em qualquer das linhas de suprimento na Toyota. Esta é a terceira regra.

Por exemplo, se um instalador precisa de capas de plástico para parafusos, ele as pede a um fornecedor específico, encarregado de abastecê-lo com as capas. Este, por sua vez, requisita capas de seu fornecedor designado no almoxarifado da fábrica o qual, em continuidade, as pede diretamente ao seu fornecedor designado na fábrica de capas.

Desta forma, a linha de produção liga cada pessoa que contribui para a produção, da fábrica da Toyota, através da moldadora de plásticos e até mesmo à fornecedora de pellets de plástico.

Quando a linha de montagem é projetada conforme a regra 3 os bens e serviços não seguem para a próxima pessoa ou máquina disponível, mas para uma *específica*

pessoa ou máquina. Se, por alguma razão, esta pessoa ou máquina não está disponível, a Toyota vê isto como um problema que pode exigir o reprojetado da linha de montagem.

A exigência de que cada produto siga um caminho simples e preestabelecido não significa que cada caminho seja dedicado a apenas um produto. Muito pelo contrário, cada linha de montagem em uma fábrica da Toyota acomoda tipicamente muito mais produtos que suas equivalentes em outras companhias.

A terceira regra não se aplica apenas a produtos - aplica-se também a serviços. Se um instalador precisa de ajuda, esta vem de um único fornecedor específico. E se esse fornecedor não consegue fornecer a ajuda necessária, dispõe, por sua vez, de um apoiador designado. Em algumas fábricas da Toyota essa linha de apoiadores tem três, quatro ou cinco elos, ligando o chão de fábrica ao gerente da fábrica.

A terceira regra vai contra o senso comum sobre linhas de montagem e compartilhamento de recursos - e mesmo ao contrário do que muitos pensam ser o sistema Toyota. De acordo com esse senso comum, à medida que o produto segue pela linha de montagem, é passado para a próxima pessoa ou máquina disponível. Similarmente, a maior parte das pessoas pensa que ajuda deve vir do primeiro que esteja disponível, não de um ajudante específico.

Ao exigir que cada produto siga um caminho específico, a regra garante que um experimento ocorrerá a cada vez que o caminho for usado. Existem hipóteses implícitas em cada caminho projetado conforme a regra 3: cada fornecedor conectado à linha é necessário e cada fornecedor não necessário não está conectado. Se os operários se encontram com vontade de encaminhar as peças para outra máquina, ou se começam a procurar ajuda com outra pessoa além daquele indicado, eles concluem que sua capacidade ou demanda real não correspondem às suas expectativas. E não haverá ambigüidade sobre quais as máquinas envolvidas. Então, o projeto da linha poderá ser revisto.

A regra 3, assim como as anteriores, permite à Toyota realizar seus experimentos e permanecer flexível.

Regra 4 - Como melhorar

Identificar os problemas é apenas o primeiro passo para fazer, de maneira consistente, mudanças efetivas, as pessoas precisam saber como mudar e quem é responsável por fazer as mudanças. A Toyota ensina explicitamente às pessoas como melhorar, não esperando que elas aprendam com a própria experiência. Especificamente, a Regra 4 estipula que qualquer melhoria nas atividades de produção em conexões entre pessoas ou máquinas ou em fluxos de processo devem

ser feitas conforme o método científico, sob a orientação de um instrutor, no nível organizacional mais baixo possível.

*** Como as pessoas aprendem a melhorar:**

Em uma subsidiária da Toyota criou-se em 1986 uma linha para fabricar colchões, com a finalidade de absorver o excesso de capacidade da fábrica. Desde 1986, a variedade de produtos cresceu de 200 para 850 tipos de colchões, o volume de produção cresceu de 160 para 550 por dia e a produtividade dobrou. Aqui está um exemplo de como eles fizeram isso.

Um grupo de trabalhadores estava sendo ensinado a melhorar sua habilidade em resolver problemas pelo reprojeto de seu próprio trabalho. Inicialmente, eles eram responsáveis apenas por fazer seu trabalho conforme os padrões; não eram responsáveis por resolver problemas. Então, receberam um líder que os treinou a estruturar melhor seus problemas e a formular e testar hipóteses - em outras palavras, os ensinou como usar o método científico para projetar o trabalho da equipe de acordo com as três primeiras regras. Os resultados foram impressionantes. Uma das realizações da equipe, por exemplo, foi reprojeto a maneira como a fita de canto era afixada ao colchão, reduzindo a taxa de defeitos em 90%.

Para fazer mudanças, espera-se que as pessoas apresentem explicitamente a lógica de sua hipótese. Por exemplo, um consultor interno ajudava os empregados de uma fábrica e seu supervisor a reduzir o tempo de espera de uma linha de produção, quando receberam a visita do gerente geral, para avaliar o progresso do grupo.

O grupo iniciou sua apresentação descrevendo os passos pelos quais passaram - delineando todos os problemas que identificaram quando iniciaram o estudo do processo de mudar uma máquina da fabricação de uma peça para outra. Explicaram que mudanças específicas fizeram em resposta a cada um desses problemas. E concluíram dizendo que no início, o tempo de mudança era de 15 minutos. A meta era reduzi-lo para 5 minutos. Devido às modificações feitas, alcançaram o tempo de mudança de 7,5 minutos - uma redução de 50%.

Depois da apresentação, o gerente perguntou porque não haviam alcançado a meta inicial de 5 minutos. O grupo argumentou com a complexidade da máquina, dificuldades técnicas e custos de upgrade do equipamento. O gerente apresentou mais questões ainda, cada uma com a intenção de levar o grupo e o consultor a expressar e desafiar suas premissas mais básicas sobre o que poderia e o que não poderia ser modificado - premissas que tanto guiaram quanto limitaram o modo como resolveram o problema. Ao perguntar porque não haviam atingido a meta de 5 minutos, o gerente não estava sugerindo que a equipe havia falhado. Ao contrário ele estava tentando levá-los a compreender que não haviam explorado todas as oportunidades de melhoria por não terem questionado suas premissas com profundidade suficiente.

Há uma segunda razão para a persistência do gerente. Ele tentava mostrar ao grupo que sua atividade de melhoria não estava sendo realizada como um experimento sem maiores compromissos. Eles haviam estabelecido uma meta baseada na premissa de que mudanças rápidas e lotes menores são melhores que mudanças lentas e lotes maiores. Mas aqui eles confundiram metas com predições baseadas nas hipóteses. A meta não é uma predição do que se acredita ser possível alcançar através dos passos que planejaram tomar. Como resultado, eles não haviam planejado esforços de melhoria como um experimento com hipóteses claras, verificáveis, explícitas, da forma "Se fizermos as seguintes mudanças específicas, obteremos aquele específico resultado". Ainda que eles tenham conseguido reduzir consideravelmente o tempo de adaptação da máquina, não haviam testado as hipóteses implícitas em seu trabalho. Para o gerente, era crítico que os trabalhadores e o supervisor compreendessem que o modo como faziam a mudança era tão importante quanto a mudança em si.

Quem faz as melhorias

Os trabalhadores da linha de produção fazem as melhorias em seu próprio trabalho, e seus supervisores fornecem orientação e assistência, como instrutores. Se algo está errado com a maneira como um trabalhador se comunica com um fornecedor em particular, dentro da área de montagem, os dois fazem as melhorias necessárias, com a assistência do supervisor. Quando as mudanças são em uma escala maior, o sistema Toyota providencia a criação de times de melhoria composto pelas pessoas diretamente afetadas e pelo responsável por supervisionar os fluxos envolvidos.

Assim, o processo é sempre o mesmo, inclusive nos níveis mais altos. Na fábrica de colchões, por exemplo, o gerente geral liderou a mudança de três para duas linhas de produção (havia aumentado para três devido a um aumento de tipos de produtos). Ele se envolveu não apenas era uma mudança maior, mas porque tinha a responsabilidade operacional de supervisionar a maneira como o trabalho flui das linhas de alimentação até a montagem final. Assim, a Toyota garante que a solução de problemas e o aprendizado aconteçam em todos os níveis da companhia. Naturalmente a Toyota trará experts de fora se necessário para garantir a qualidade do processo de aprendizado.

A longo prazo, as estruturas organizacionais das empresas que adotam o sistema Toyota mudarão para adaptar-se à natureza e frequência dos problemas que encontram. Uma vez que as mudanças organizacionais acontecem usualmente num nível hierárquico muito baixo, pode ser difícil para pessoas de fora as perceberem. Isto é porque a natureza dos problemas é que determina quem deve resolvê-los e como a estrutura deve se organizar. Uma consequência disso é que estruturas organizacionais diferentes coexistem sem problemas dentro de uma mesma fábrica.

Por exemplo, em uma planta existem duas divisões, cada uma com três oficinas de produção independentes. Quando a visitamos, o pessoal de produção de uma divisão respondia diretamente aos chefes das oficinas e os engenheiros, ao chefe da divisão. Na outra divisão, entretanto, os engenheiros eram distribuídos pelas oficinas, reportando-se aos chefes de oficina como os trabalhadores de linha. Nenhuma das duas organizações é inerentemente superior. Pelo contrário, como nos explicaram. Os problemas que ocorreram na primeira divisão criaram uma situação onde os engenheiros precisaram aprender uns com os outros, e a compartilhar os recursos de engenharia. Ao contrário, na segunda divisão, os problemas exigiram que os engenheiros e o pessoal de linha cooperassem a nível de cada oficina. Assim, a estrutura reflete o fato que os problemas nas duas divisões foram diferentes.

Como os trabalhadores na Toyota aprendem as regras

Se as regras do sistema de produção Toyota não são explícitas, como são transmitidas? Os gerentes da Toyota não dizem especificamente aos trabalhadores e supervisores como fazer seu trabalho. Usam uma abordagem de ensino e aprendizagem que permite aos trabalhadores descobrirem regras como consequência da resolução de problemas. Por exemplo, o supervisor que está ensinando a uma pessoa os princípios da primeira regra irá ao local do trabalho e, enquanto a pessoa estiver fazendo seu trabalho, perguntará uma série de questões:

- *Como você faz este trabalho?*
- *Como você sabe que está fazendo corretamente o trabalho?*

- *Como você sabe que os resultados do trabalho estão livres de defeitos?*
- *O que você faz se tiver um problema?*

Esse processo, ao longo do tempo, dá à pessoa uma visão cada vez mais aprofundada de seu trabalho. A partir de muitas experiências desse tipo, a pessoa gradualmente aprende a generalizar com projetar suas atividades de acordo com os princípios incorporados na Regra 1.

Todas as regras são ensinadas similarmente de uma maneira socrática, de perguntas iterativas com resolução de problemas. Embora este método seja particularmente eficiente para ensinar, leva a um conhecimento que fica implícito.

Consequentemente, o Sistema de Produção da Toyota só é implantado com sucesso quando os gerentes são capazes e tem o desejo de se engajar em tal processo de questionamento para facilitação da aprendizagem pelo fazer.

A noção de ideal na Toyota

Através da aplicação do método científico em todos os níveis da força de trabalho a Toyota garante que as pessoas expressarão claramente as expectativas que estarão testando enquanto implementarem as mudanças que planejaram. Mas, além disso, descobrimos que as pessoas, nas companhias adotando o sistema Toyota, compartilham um objetivo. Têm uma mesma idéia sobre como seria o sistema de produção ideal e essa visão compartilhada os motiva a fazer melhorias além das que seriam meramente as necessárias para atender às necessidades atuais de seus clientes. Essa noção do ideal é muito disseminada e cremos que é essencial para o entendimento do sistema Toyota de produção. Quando falam do ideal, os trabalhadores na Toyota não se referem a algo filosoficamente abstrato. Eles tem uma definição concreta em mente, definição que é notavelmente consistente por toda a companhia. Mais especificamente, para os trabalhadores na Toyota, o produto ideal de uma pessoa, grupo de pessoas ou máquina:

- *é livre de defeitos (isto é, tem as características e desempenho que o cliente espera)*
- *pode ser entregue uma unidade de cada vez (tamanho do lote igual a um)*
- *pode ser fornecido sob encomenda, na versão solicitada*
- *pode ser entregue imediatamente*
- *pode ser produzido sem qualquer desperdício de material, mão de obra, energia ou de qualquer outro recurso (como o custo associado a inventários) e*
- *pode ser produzido num ambiente de trabalho que é física, emocional e profissionalmente seguro para todos os empregados.*

Encontramos, consistentemente, nas fábricas que usam o sistema Toyota, pessoas fazendo mudanças que empurram as operações em direção a esse ideal. Em um companhia que produz equipamentos eletromecânicos, por exemplo, descobrimos que os trabalhadores desenvolveram vários engenhosos calibres detetores de erros que geram um sinal simples e não ambíguo para indicar se o produto está ou não livre de defeitos – como especificado no ideal. Em outra planta, vimos que os trabalhadores reduziram o tempo de troca de uma grande matriz de moldagem de cinco para três minutos. Isso permitiu que a companhia reduzisse o tamanho do lote

de cada peça em 40%, trazendo o lote para mais perto do ideal de um. Ao se mover em direção ao ideal, a Toyota pode, temporariamente, declarar que uma de suas dimensões é mais importante que as outras.

Algumas vezes, isso pode resultar em práticas que vão de encontro à visão popular da operação na Toyota. Vimos casos onde são mantidos níveis de estoques mais altos ou adotados lotes de produção maiores que os geralmente esperados em operações "just-in-time". A situação ideal na Toyota tem muitas das características da noção popular de customização em massa - a capacidade de criar um número virtualmente infinito de variações de um produto de forma tão eficiente quanto possível e ao custo mais baixo possível. Numa análise final, a fábrica ideal da Toyota seria aquela onde o cliente pudesse chegar na plataforma de carregamento, solicitar um produto ou serviço personalizado e obtê-lo ao preço mais baixo possível, e sem defeitos. Enquanto cada fábrica - ou a atividade de cada trabalhador - ficar aquém deste ideal, haverá uma tensão criativa para mais esforços de melhoria.

Contramedidas no Sistema Toyota de Produção

A Toyota não considera qualquer ferramenta ou prática - como kanbans ou cordões andon, que tantos observaram e copiaram - como fundamental ao seu Sistema de Produção. A Toyota apenas os usa como respostas temporárias a problemas específicos, que servirão até que surja uma abordagem melhor ou que as condições mudem. São chamadas de "Contramedidas" ao invés de "Soluções" porque isto poderia implicar que a resolução de um problema é permanente. Ao longo dos anos a companhia desenvolveu um robusto conjunto de ferramentas e práticas que usa como contramedidas mas muitas mudaram ou foram eliminadas à medida em que as melhorias ocorreram.

Então, se uma companhia usa ou não usa alguma ferramenta ou prática em particular, isto não é indicação de que esteja ou não aplicando as Regras de projeto e melhoria. Em particular, ao contrário da impressão que o conceito de estoque zero está no centro do sistema Toyota, observamos muitos casos em que o estoque foi aumentado, como uma contramedida. O sistema ideal, de fato, não tem necessidade de estoque. Mas, na prática, algumas circunstâncias podem exigir-lo:

- *rendimento imprevisível ou quebras imprevistas. Às vezes alguém ou uma máquina não consegue responder à demanda por causa de uma quebra mecânica inesperada. Por esta razão, estoques de segurança são mantidos para proteger o cliente contra ocorrências aleatórias. A pessoa responsável por garantir a confiabilidade da máquina ou processo é considerada "Proprietária" desse estoque e luta para reduzir a frequência e a duração das paradas de maneira que o estoque de segurança possa ser reduzido.*
- *Ajustes demorados. Dificuldades em mudar uma máquina para produzir outro produto impedem que o fornecedor responda com rapidez. Então, os fornecedores usarão tamanhos de lote maiores que um e reterão o excedente como estoque intermediário, de forma a poder atender imediatamente ao cliente. É claro que os fornecedores tentam continuamente reduzir o tempo de adaptação para manter o tamanho do lote e o estoque tão pequenos quanto possível. Aqui, os donos, tanto do problema quanto das contramedidas são os operadores da máquina e o líder da equipe, responsáveis pela redução do tempo de mudança e do tamanho do lote.*
- *Volatilidade na composição e volume da demanda. Em alguns casos, as variações nas necessidades dos clientes são tão grandes e imprevisíveis que é impossível que uma fábrica ajuste a produção com rapidez suficiente. Nessas*

casos, um estoque intermediário é mantido no ponto de embarque, ou próximo, como uma contramedida. O estoque intermediário serve também de sinal para os gerentes de vendas e de produção que a pessoa que trabalha diretamente com o cliente precisa ajudá-lo a eliminar as causas básicas de qualquer oscilação evitável na demanda.

Em muitos casos, o mesmo tipo de produto é mantido estocado em diferentes locais. A Toyota não agrupa seus vários tipos de inventário, mesmo que, através disso, pudesse reduzir os volumes a curto prazo. Isto pode parecer paradoxal em um sistema de gerenciamento tão amplamente conhecido por abominar desperdícios. Mas o paradoxo pode ser explicado quando se reconhece que os gerentes e trabalhadores da Toyota estão tentando ajustar cada contramedida a cada problema. Não há ligação entre a razão para se manter estoques de segurança - baixa confiabilidade do processo - e a razão para se manter estoques amortecedores - flutuações na demanda de clientes. Agrupar os dois resultaria tornar difícil distinguir entre as diversas atividades e conexões cliente-fornecedor envolvidas. O estoque teria muitos donos e as razões para seu uso se tornariam ambíguas. Agrupar o inventário, então, mistura tanto a responsabilidade por ele quanto a causa dos problemas, tornando difícil introduzir melhorias.